SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
REGIONAL JATAÍ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA
MESTRADO EM GEOGRAFIA

CLEONICE BATISTA REGIS SOARES

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA EXPANSÃO DA AGRICULTURA TECNIFICADA NA MICRORREGIÃO RIO VERMELHO (GO): FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES

Jataí - Goiás, 2020

SIBI
SISTEMA DE BIBLIOTECAS UFG

PRPG
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO

UFG

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. **Identificação do material bibliográfico**: **[x] Dissertação** **[ ] Tese**
2. **Identificação da Tese ou dissertação:**

2.1 Nome completo do autor: Cleonice Batista Regis Soares

2.2 Título do Trabalho:

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA EXPANSÃO DA AGRICULTURA TECNIFICADA NA MICRORREGIÃO RIO VERMELHO (GO): FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES

3. Informações de acesso ao documento:

Concorda com a liberação total do documento [x] SIM [ ] NÃO[1]

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Cleonice Batista Regis Soares.
Assinatura do(a) autor(a)[2]

Ciente e de acordo:

Aléxis Perini Martins
Assinatura do(a) orientador(a)[2] Data: 19 /03 /2020.

---

[1] Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(à) autor(a) e ao(à) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

[2] As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento. Imagens coladas não serão aceitas.

CLEONICE BATISTA REGIS SOARES

GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA EXPANSÃO DA AGRICULTURA TECNIFICADA NA MICRORREGIÃO RIO VERMELHO (GO): FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal de Goiás – Regional Jataí, como requisito à obtenção do título de Mestre em Geografia.
Área de concentração: Organização e Gestão do Espaço nos Domínios do Cerrado Brasileiro.
Linha de Pesquisa: Análise Ambiental do Cerrado.
Orientador: Prof. Dr. Alécio Perini Martins.

Jataí - Goiás, 2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Soares, Cleonice Batista Regis
GEOTECNOLOGIAS APLICADAS NA ANÁLISE GEOAMBIENTAL DA EXPANSÃO DA AGRICULTURA TECNIFICADA NA MICRORREGIÃO RIO VERMELHO (GO): FRAGILIDADES E POTENCIALIDADES [manuscrito] / Cleonice Batista Regis Soares. - 2020.
192 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Alécio Perini Martins.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás, Unidade Acadêmica Especial de Estudos Geográficos, Programa de Pós Graduação em Geografia, Jataí, 2020.
Bibliografia. Apêndice.
Inclui siglas, mapas, fotografias, abreviaturas, símbolos, gráfico, tabelas, lista de figuras, lista de tabelas.

1. Sistemas de informações geográficas. 2. Sensoriamento remoto orbital. 3. Análise geossistêmica. 4. Fragilidade ambiental. 5. Planejamento territorial. I. Martins, Alécio Perini, orient. II. Título.

CDU 911

UFG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

COORDENAÇÃO DE PÓS-GRADUAÇÃO - REGIONAL JATAÍ

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Ata nº **09/2020** da sessão de Defesa de Dissertação de **Cleonice Batista Regis Soares** , que confere o título de Mestra em **Geografia.**

Aos **nove dias do mês de março de 2020**, a partir das **14h**, na **sala da pós-graduação do campus Riachuelo na Universidade Federal de Goiás - Regional Jataí**, realizou-se a sessão pública de Defesa de Dissertação intitulada **"Análise geoambiental da expansão da agricultura tecnificada na Microrregião Rio Vermelho (GO): fragilidades e potencialidades"**. Os trabalhos foram instalados pelo Orientador, Professor Doutor **Alécio Perini Martins (UAEEGEO/UFG)** com a participação dos demais membros da Banca Examinadora: Professor Doutor **William Ferreira da Silva (UAEEGEO-UFG)**, membro titular interno; Professora Doutora **Patrícia Helena Mirandola Garcia (UFMS/CPTL)**, membro titular externo. Durante a arguição os membros da banca fizeram sugestão de alteração do título do trabalho conforme explicitado abaixo. A Banca Examinadora reuniu-se em sessão secreta a fim de concluir o julgamento da Dissertação, tendo sido a candidata **aprovada** pelos seus membros. Proclamados os resultados pelo Professor Doutor **Alécio Perini Martins**, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos Membros da Banca Examinadora, aos **nove dias do mês de março de 2020** .

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA

Geotecnologias aplicadas na análise geoambiental da expansão da agricultura tecnificada na microrregião Rio Vermelho (GO): Fragilidades e potencialidades

Documento assinado eletronicamente por **Alécio Perini Martins**, **Professor do Magistério Superior**, em 09/03/2020, às 16:38, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **William Ferreira Da Silva**, **Professor do Magistério Superior**, em 09/03/2020, às 16:41, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **PATRICIA HELENA MIRANDOLA GARCIA**, **Usuário Externo**, em 30/03/2020, às 10:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1208691** e o código CRC **766F36B5**.

Referência: Processo nº 23070.005387/2020-14 SEI nº 1208691

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS!

Agradecimento especial ao José Neto Soares Filho, esposo e meu maior incentivador, pela paciência, companhia, sugestões e ajuda na realização dos trabalhos de campo.

Ao Professor Doutor Alécio Perini Martins – pela orientação deste trabalho – agradeço pelo aprendizado, grande contribuição, confiança, respeito e paciência neste período de convivência.

Aos Professores Doutores: Marluce Silva Sousa (IFG-Jataí) e William Ferreira da Silva (UFG-Regional Jataí), pelas valiosas contribuições e sugestões na fase da qualificação.

Ao Eng° Agrônomo Welmo dos Santos Alves - pelo auxílio na estruturação da matriz de tabulação cruzada.

Aos Professores Doutores: Maria José Rodrigues, Márcio Rodrigues da Silva, William Ferreira da Silva, Hildeu Ferreira da Assunção, Ariovaldo Umbelino de Oliveira, João Batista Pereira Cabral e Frederico Augusto Guimarães Guilherme, pelo aprendizado e contribuições durante o período da realização da grade de disciplinas.

À Universidade Federal de Goiás - UFG, Regional Jataí pela oportunidade de estudos e utilização de suas instalações, especialmente o Laboratório de Geoinformação – UFG, Regional Jataí sob a coordenação do Prof. Dr. Alécio Perini Martins e Prof. Dr. Pedro França Junior.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo auxílio financeiro de dois anos de bolsa de mestrado.

RESUMO

importante componente da economia goiana. Nas últimas duas décadas, a partir de 1990 e intensificando-se em 2000, nota-se que a região começa a imprimir novas mudanças de usos da terra, tais como a conversão de pastagens em área de agricultura de *commodities* através do sistema de irrigação por pivô central, aumento das áreas de agricultura de sequeiro, incluindo a conversão de áreas de remanescentes de vegetação em pastagem, uma vez que a microrregião apresenta características edafoclimáticas e relevo com condições favoráveis à prática de uma agricultura tecnificada. Diante desse quadro, a Microrregião Rio Vermelho sinaliza para a necessidade de geração de informações espaciais e não-espaciais multitemáticas e multitemporárias orientadas para a construção de diagnósticos e cenários prospectivos, determinando as potencialidades e fragilidades naturais sob a ótica da análise geossistêmica. Neste sentido, o objetivo geral da pesquisa consistiu na identificação de áreas com potencialidades para a expansão agrícola tecnificada como subsídio na formulação de estratégias de desenvolvimento no âmbito do planejamento e gestão do território. Para atingir o propósito estabelecido foram desenvolvidos os objetivos específicos: i) Construir um banco de geodados multifinalitário reportando aspectos físicos, socioeconômicos da área de estudo, subsidiando sua caracterização socioambiental; ii) Realizar o diagnóstico e análise multitemporal da dinâmica de uso e ocupação da terra à escala de município, possibilitando a compreensão das alterações do espaço geográfico, assim como suas consequências sobre o mesmo; iii) Definir e analisar as áreas de fragilidade ambiental na Microrregião Geográfica Rio Vermelho, proporcionando o entendimento acerca do ambiente natural sofrer alterações em seu estado de equilíbrio ; iv) Produzir documentação cartográfica multitemática para orientar as atividades de planejamento e gestão do território. Para tanto, a pesquisa pautou-se na utilização de dados de Sensoriamento Remoto Orbital, Análise Espacial, Modelagem Geográfica recorrendo a aplicação de técnicas de Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP) integrada em Sistemas de Informações Geográficas. Como resultados gerados temos: No contexto de estruturação da análise integrada do meio ambiente sob a ótica sistêmica, a Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO foi classificada em 5 unidades de paisagem: Planície fluvial; Superfície regional de aplainamento com dissecação muito fraca; Superfície regional de aplainamento com dissecação média; Superfície regional de aplainamento com dissecação média e altimetria entre 700 e 800 m; e Relevo de morros, colinas e estruturas dobradas com forte dissecação. A partir da análise multitemática e multitemporal realizada, verificou-se que a área agrícola irrigada aumentou de 112,5 km² em 2000 para 151,96 km² e 253,02 km² em 2018. A agricultura de sequeiro também vem apresentando crescimento, sendo constatado 17,53 km² de área em 2000, aumentando para 28,54 km² em 2010 e chegando a 225,65 km² em 2018. As áreas remanescentes de vegetação sofreram redução de 8.422, 17 km² em 2000 para 7.753,57 km² em 2010 e 7.487,74 km² em 2018. Com base na proposta metodológica de Ross (1994), foram identificadas e espacializadas classes hierárquicas de muito fraco (37,57%), fraco (29,132%), médio (32,814%) e forte (0,487%) para Fragilidade Potencial e fraco (69,04%), médio (30,94%) e forte (0,02%) para Fragilidade Emergente na microrregião. A partir da aplicação do modelo de identificação de áreas que apresentam potencialidades para a expansão agrícola tecnificada, a microrregião apresenta áreas classificadas como: i) *Sem Potencial* para a prática de atividade agrícola tecnificada corresponde a 4.161,53 km² (20,59%), pelo fato de apresentar características de solos com limitações de uso devido sua composição física e química, ii) *Potencial Baixo* com área de 4.916,74 km² (24,32%), verifica-se seu predomínio em toda extensão oeste da microrregião estando associada à fragilidade ambiental de nível médio e as características do solo Cambissolos classificado como solos jovens, pouco profundos, pois estão em fase inicial de sua formação, apresentando textura média, solos de cascalho e relevo ondulado e forte ondulado. E também áreas de solos do tipo Neossolos (solo mineral pouco evoluídos) com textura arenosa, relevo plano com a presença de área de contato de vegetação na forma de enclaves e savana parque; iii) *Potencial Médio* compõe 3.100,42 km² (15,34%) da área, aparece predominantemente no sul do município de Aruanã, uma faixa sentido norte/sul ocupando desde o oeste de Araguapaz, noroeste de Faina, o centro de Matrinchã, todo o centro/sul de Itapirapuã e o sul de Jussara e Santa Fé de Goiás, consistindo em zonas com nível de fragilidade ambiental fraca; iv) *Potencial Alto* constitui-se na maior área ocupando 8.036,11 km² (39,75%), integrando características de relevo plano com nível de fragilidade ambiental classificada como muito fraca e fraca. Estas áreas reúnem condições favoráveis para a expansão da agricultura tecnificada com recurso à mecanização e sistemas de manejo com emprego de investimento em pesquisa agropecuária para correção do solo, suprindo deficiências de fertilidade do solo, porém ressalta-se a importância da adoção de sistemas de manejo que levem em consideração práticas conservacionistas de água e solo que contribuam para a minimização dos impactos ao meio natural nos seus diferentes níveis hierárquicos de adequações.

Palavras-Chave: Sistemas de Informações Geográficas; Sensoriamento Remoto Orbital; Análise Geossistêmica; Análise Multicritério; Fragilidade Ambiental; Planejamento Territorial

ABSTRACT

The study area comprises the Geographic Microregion Rio Vermelho - Goiás, where livestock activity is an important component of the economy of Goiás. In the last two decades, starting in 1990 and intensifying in 2000, it is noted that the region begins to print new changes in land uses, such as the conversion of pastures into agricultural commodity areas through the irrigation system by central pivot, increase in rainfed agriculture areas, including the conversion of areas of remaining vegetation into pasture, since the micro-region has edaphoclimatic characteristics and relief with favorable conditions for the practice of technified agriculture. In view of this situation, the Microregion Rio Vermelho points to the need to generate multithematic and multitemporary spatial and non-spatial information aimed at building prospective diagnoses and scenarios, determining the natural strengths and weaknesses from the perspective of geosystemic analysis. In this sense, the general objective of the research consisted in the identification of areas with potential for technological agricultural expansion as a subsidy in the formulation of development strategies within the scope of planning and management of the territory. To achieve the established purpose, the specific objectives were developed: i) Build a multi-purpose geodata bank reporting physical, socioeconomic aspects of the study area, subsidizing its socio-environmental characterization; ii) Carry out the diagnosis and multitemporal analysis of the dynamics of land use and occupation at the municipality level, enabling the understanding of changes in geographical space, as well as their consequences on it; iii) Define and analyze the areas of environmental fragility in the Rio Vermelho Geographic Microregion, providing an understanding about the natural environment undergoing changes in its equilibrium state; iv).Produce multi-thematic cartographic documentation to guide the planning and management activities of the territory. To this end, the research was based on the use of data from Remote Orbital Sensing, Spatial Analysis, Geographic Modeling using the application of Multicriteria Analysis techniques and Hierarchical Analysis Process (AHP) integrated in Geographic Information Systems. The results generated include: In the context of structuring the integrated analysis of the environment from a systemic perspective, the Geographical micro-region of Rio Vermelho - GO was classified into five landscape units: Fluvial plain; Regional planing surface with very weak dissection; Regional planing surface with medium dissection; Regional planing surface with medium dissection and altimetry between 700 and 800 m; and Relief of hills, hills and folded structures with strong dissection. From the multithematic and multitemporal analysis carried out, it was found that the irrigated agricultural area increased from 112.5 km² in 2000 to 151.96 km² and 253.02 km² in 2018. Rainfed agriculture has also shown growth, with an area of 17.53 km² in 2000, increasing to 28.54 km² in 2010 and reaching 225.65 km² in 2018. The remaining areas of vegetation were reduced from 8,422, 17 km² in 2000 to 7,753.57 km² in 2010 and 7,487.74 km² in 2018. Based on Ross's methodological proposal (1994), hierarchical classes of very weak (37.57%), weak (29.132%), medium (32.814%) and strong (0.487%) for Potential Fragility and weak (69.04%), medium (30.94%) and strong (0.02%) for Emerging Fragility in the microregion. In relation to the application of the model for identifying areas that have potential for technified agricultural expansion, the micro-region presents areas classified as: i) Without Potential for the practice of technified agricultural activity corresponds to 4,161.53 km² (20.59%), due to the fact that it presents characteristics of soils with limited use due to its physical and chemical composition, ii) Potential Low with an area of 4,916.74 km² (24.32%), its predominance is observed in all the western extension of the micro-region, being associated with the medium level environmental fragility and the characteristics of the Cambissolos soil classified as young, shallow soils, as they are in its initial formation stage, presenting medium texture, gravel soils and wavy and strong wavy relief. And also areas of Neossolos type soils (poorly evolved mineral soil) with sandy texture, flat relief with the presence of vegetation contact area in the form of enclaves and park savanna; iii) Average Potential makes up 3,100.42 km² (15.34%) of the area, appearing predominantly in the south of the municipality of Aruanã, a strip north / south, occupying from the west of Araguapaz, northwest of Faina, the center of Matrinchã, all the center / south of Itapirapuã and the south of Jussara and Santa Fé de Goiás, consisting of areas with a weak level of environmental fragility; iv) High Potential is the largest area occupying 8,036.11 km² (39.75%), integrating flat relief characteristics with a level of environmental fragility classified as very weak and weak.These areas have favorable conditions for the expansion of technified agriculture using mechanization and management systems with the use of investment in agricultural research to correct the soil, supplying deficiencies in soil fertility, but the importance of adopting management systems is emphasized. that take into account water and soil conservation practices that contribute to minimizing impacts on the natural environment at their different hierarchical levels of adequacy.

Key words: Geographic Information Systems; Orbital Remote Sensing; Geosystemic Analysis; Multicriteria Analysis; Environmental Fragility; Territorial Planning

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Mapa 01 - Mapa de localização da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 23
Mapa 02 - Espacialização dos postos pluviométricos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO e entorno..... 56
Mapa 03 - Espacialização dos pontos de campo na validação da acurácia posicional e eficácia temática na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 63
Mapa 04 - Distribuição espacial das propriedades rurais na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 97
Mapa 05 - Distribuição espacial dos assentamentos Rurais na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 98
Mapa 06 - Malha Viária na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 101
Mapa 07 - Hidrografia - Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 108
Mapa 08 - Distribuição pluviométrica – média anual - Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 109
Mapa 09 - Geologia - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 111
Mapa 10 - Geomorfologia - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 115
Mapa 11 - Solos - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 118
Mapa 12- Hipsometria - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 120
Mapa 13 - Declividade - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 121
Mapa 14 - Aptidão Agrícola - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 125
Mapa 15 – Unidades de Paisagem - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 129
Mapa 16 - Uso da terra e cobertura vegetal em 2000 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 132
Mapa 17 - Uso da terra e cobertura vegetal em 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 133
Mapa 18 - Uso da terra e cobertura vegetal em 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 134
Mapa 19 - Espacialização da área de perda da categoria vegetação remanescente entre os anos de 2000 a 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 152
Mapa 20 - Espacialização da áreas agrícolas entre os anos de 2000 a 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 153
Mapa 21 - Espacialização de áreas agrícolas (1) entre os anos de 2010 a 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 153
Mapa 22 - Espacialização de áreas agrícolas (2) entre os anos de 2010 a 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 154
Mapa 23 - Fragilidade pluviométrica na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 157
Mapa 24 - Fragilidade para os diferentes níveis de dissecação do relevo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 158
Mapa 25 - Fragilidade para os tipos de solo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 160
Mapa 26 - Fragilidade para os diferentes usos da terra e cobertura vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 161

Mapa 27 - Fragilidade potencial (natural) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 163
Mapa 28 - Fragilidade ambiental emergente na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 165
Mapa 29 - Mapa Geoambiental de potencial agrícola na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 169
Mapa 30 - Espacialização das áreas de APP, RL averbada e RL proposta Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 172
Mapa 31 - Áreas de APP e RL averbada e RL proposta no Parque Estadual Serra Dourada..... 174
Mapa 32 - Localização do Parque Estadual Serra Dourada, RPPN e Áreas Prioritárias para Conservação na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 176

Figura 01 – Esquema conceitual do modelo GTP..... 38
Figura 02 - Fluxograma de atividades operacionais da pesquisa..... 54
Figura 03 - Fluxograma de atividades da aplicação da Análise Multicritério e AHP..... 74
Figura 04 - Fluxograma da estrutura do Processo de Análise Hierárquica (AHP)... 75
Figura 05 - Fluxograma de atividades de aplicação do *ModelBuilder*..... 82

Foto 01 (A) Vista geral da unidade frigorífica Mataboi Ltda/Grupo JBJ Agropecuária no município de Santa Fé de Goiás, localizada na GO-173;
(B) Evidencia-se pastagem plantada em área de solo do tipo latossolo (Santa Fé de Goiás);
(C) Área de pastagem de uso intensivo associado a um sistema de manejo com tecnologia;
(D) Área de pivô central utilizado para cultivo gramíneas/pastagem (Santa Fé de Goiás);
(E) Terras baixas localizadas no vale do Rio Araguaia e ao longo dos interflúvios de seus afluentes, consiste em áreas sujeitas a inundações, formando várzeas que unindo às altas temperaturas, propiciam ambiente quente e úmido durante todo o ano, muito favorável ao desenvolvimento de gramíneas (Aruanã);
(F) Área de Silvicultura (Goiás)..... 140
Foto 02 (A) Vista geral da Serra Dourada – vegetação se savanas no município de Goiás a partir da rodovia GO-164;
(B) Vegetação em zona de domínios de tensão ecológica ou encraves (Aruanã);
(C) Agricultura de sequeiro (cultivo de milho) no município de Jussara;
(D) Agricultura irrigada (cultivo de feijão) na fazenda Lavônia no município de Santa Fé de Goiás;
(E) Agricultura de sequeiro (cultivo de soja) no município de Jussara;
(F) Unidade de armazenamento de grãos localizada no município de Matrinchã..... 141

Gráfico 01 - Produção de grãos em toneladas (t) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 90
Gráfico 02 - Área (ha) de produção de arroz na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 91
Gráfico 03 - Área (ha) de produção de feijão na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 92
Gráfico 04 - Produção de milho (ha) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 92
Gráfico 05 - Efetivo de rebanho bovino (cab.) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 93
Gráfico 06 - Produção de soja (ha) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 94
Gráfico 07 - Financiamentos para a pecuária (R$) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 95
Gráfico 08 - Financiamentos para a agricultura (R$) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 95
Gráfico 09 – População em 2000 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 103
Gráfico 10 - População urbana e rural (hab.) em 2000 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 103
Gráfico 11 - População urbana e rural (hab.) em 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 103
Gráfico 12 - Setores da economia que mais geraram empregos formais (n°) na Microrregião Geográfica rio Vermelho - GO..... 104
Gráfico 13 - Área (km²) de uso da terra e cobertura vegetal nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 135
Gráfico 14 - Expansão da área (km²) de agricultura de sequeiro e irrigada nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO..... 136
Gráfico 15 - Expansão da área (km²) de pivô central nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 136
Gráfico 16 - Área (km²) de agricultura sequeiro nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO..... 137
Gráfico 17 - Área (km²) da atividade de silvicultura, mineração e granja nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO..... 139
Gráfico 18 - Área (km²) de massa de água artificial, massa de água natural, parque e urbano nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 139
Gráfico 19 - Área urbana (km²) por município nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO..... 140
Gráfico 20 – Níveis de aptidão agrícola (km²) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 168

Quadro 01- Características técnicas: Landsat 5-TM, Landsat 7-ETM+ e Landsat 8 OLI..... 52
Quadro 02 - Carasterísticas técnicas: Sentinel 2..... 52
Quadro 03 - Datas das imagens utilizadas na área de pesquisa. 58
Quadro 04 - Descrição dos elementos que compõem a legenda de uso da terra e cobertura vegetal..... 60

Quadro 05 - Aquisição de pontos de controle para a acurácia posicional do material cartográfico..... 65
Quadro 06 – Nível de qualidade da informação de acordo com o Índice Kappa..... 66
Quadro 07 - Matriz de tabulação cruzada para a comparação de dois mapas em dois momentos distintos..... 68
Quadro 08 - Matriz de índices de dissecação do relevo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 69
Quadro 09 – Níveis hierárquicos de índices de dissecação do relevo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 70
Quadro 10 - Classes de erosividade da chuva - média anual..... 71
Quadro 11 – Níveis hierárquicos da pluviosidade na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 71
Quadro 12 – Graus de fragilidade dos solos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 71
Quadro 13 – Graus de proteção do uso da terra e cobertura vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 72
Quadro 14 – Matriz de comparação paritária dos critérios..... 76
Quadro 15 – Escala de comparação de importância dos critérios..... 76
Quadro 16 – Índice randômico médio do AHP..... 77
Quadro 178 - Projetos de assentamentos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 100
Quadro 18 – Critérios e subcritérios obtidos na pesquisa..... 167

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Validação do uso da terra e cobertura vegetal em 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho..... 66
Tabela 02 – Matriz de comparação par a par das categorias de solo..... 79
Tabela 03 – Matriz de comparação par a par das classes de uso da terra e cobertura vegetal – 2018..... 79
Tabela 04 – Matriz de comparação par a par das classes de aptidão agrícola..... 80
Tabela 05 – Matriz de comparação par a par das classes de declividade..... 81
Tabela 06 – Matriz de comparação par a par de fragilidade ambiental..... 81
Tabela 07 - Matriz de comparação par a par das variáveis ambientais..... 82
Tabela 08 – Levantamento de pivôs centrais nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 87
Tabela 09 - PIB na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 105
Tabela 10 - IDH-M na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 106
Tabela 11 - Áreas e percentagem das unidades de geologia..... 113
Tabela 12 - Áreas e percentagem das unidades de geomorfologia..... 117
Tabela 13 - Áreas e percentagem das classes de aptidão agrícola..... 126
Tabela 14 - Áreas e percentagem das unidades de paisagem..... 130
Tabela 15 - Classes de uso da terra e cobertura vegetal nas datas de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 131
Tabela 16 - Matriz de tabulação cruzada do uso da terra e cobertura vegetal entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 144
Tabela 17 - Área total e variação líquida para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO..... 145
Tabela 18 - Valor de persistência, perdas e ganhos para cada categoria do uso da terra e cobertura vegetal entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 146
Tabela 19 - Valores de perda, ganho, troca, valor absoluto de variação líquida e total de mudança para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 147
Tabela 20 - Matriz de Transição do uso da terra e cobertura vegetal entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 148
Tabela 21 - Área total e variação líquida para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 149
Tabela 22 - Valor de persistência, perdas e ganhos para cada categoria do uso da terra e cobertura vegetal entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 150
Tabela 23 - Valores de perda, ganho, troca, valor absoluto de variação líquida e total de mudança para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 150
Tabela 24 - Classes de fragilidade potencial (natural) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 164
Tabela 25 - Classes de fragilidade emergente na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO..... 164
Tabela 26 - Quantitativo dos parâmetros de APP, RL Averbada e RL Proposta na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás por município..... 173

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 - Coeficiente Kappa de Cohen (COEHN, 1960) 65
Equação 2a - Coluna total momento 1 é o total da classe 1 no momento 1..... 67
Equação 2b - Linha total momento 2 constituindo o total da classe 1 no momento 2..... 67
Equação 3 - Cálculo da percentagem de classe..... 68
Equação 4 - Cálculo de perdas e ganhos expressas em percentagem da área total..... 69
Equação 5 - Cálculo do total de mudança..... 69
Equação 6 - Cálculo de erosividade da chuva..... 70
Equação 7 - Matriz de decisão quadrada (matriz recíproca) 75
Equação 8 - Cálculo do produto da matriz dos valores normalizados e os da prioridade relativa (através do método autovalor e autovetor) 76
Equação 9 - Cálculo do índice de consistência..... 77
Equação 10 - Cálculo do índice de razão de consistência..... 77

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

Símbolo/Sigla	Significado
∑	Somatório
AHP	Processo de Análise Hierárquica
AMC	Análise Multicritério
ANA	Agência Nacional das Águas
APP	Área de Preservação Permanente
CABS	Centro de Pesquisa Aplicada à Biodiversidade
CAR	Cadastro Ambiental Rural
CI	*Conservation International*
CNIR	Cadastro Nacional de Imóveis Rurais
COMPASS	Sistema de Navegação por Satélite
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DIARA	Diagnóstico Ambiental do Alto Araguaia
DF	Distrito Federal
DSG	Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro
Ed.	Edição
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ESA	*European Space Agency*
ETM+	*Enhanced Thematic Mapper Plus*
EUA	Estados Unidos da América
FAO	Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
GALILEU	Sistema de Navegação por Satélite da União Europeia
GO	Goiás
GLONASS	Sistema de Navegação Global por Satélite
GNSS	Sistemas Globais de Navegação por Satélite
GPS	Sistem de Posicionamento Global
ha	Hectares
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
IDH-M	Índice de Desenvolvimento Humano - Municipal
IDW	*Inverse Distance Weighting*
IMB	Instituto Mauro Borges
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
IRNSS	Sistema Regional de Navegação Global por Satélite da Índia
Km²	Quilômetros Quadrados
L	Leste
Landsat	*Land Remote Sensing Satellite*
MT	Mato Grosso
MTE	Ministério do Trabalho e Emprego
MACROZAEE	Macrozoneamento Agroecológico e Econômico de Goiás
NASA	*National Aeronautics and Space Administration*
N	Norte
OLI	*Operational Land Imager*
ONGs	Organizações Não Governamentais
PDI	Processamento Digital de Imagens
PE	Parque Estadual
PEC	Padrão de Exatidão Cartográfica

PND	Plano Nacional de Desenvolvimento
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PROTERRA	Programa de Redistribuição de Terras e de Estímulo à Agroindústria de Norte e Nordeste
RAIS	Relação anual das Informações Sociais
RL	Reserva Legal
RHN	Rede Hidrometeorológica Nacional
RPPN	Reserva Particular do Patrimônio Natural
RGB	Sistema de Cores Aditivas (vermelho, verde e azul)
SECIMA	Secretaria do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos do Estado de Goiás.
SEMARH	Secretaria do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos
SD	Serra Dourada
SNCR	Sistema Nacional de Crédito Rural
SIC	Suprintendência de Geologia e Mineração
SIEG	Sistema Estadual de Geoinformação do Estado de Goiás
SIG	Sistema de Informações Geográficas
S	Sul
SPRING	Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
TIRS	Thermal Infrared Sensor
TM	*Thematic Mapper*
t	Tonelada
UC	Unidades de Conservação
UF	Unidade Federativa
UFG	Universidade Federal de Goiás
USGS	*United States Geological Survey*
UTB’s	Unidades Territoriais Básicas
UTM	*Universal Transversa de Mercator*
W	Oeste
ZEE	Zoneamento ecológico-econômico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO..... 19
1.1 Área de Estudo 23
2 REVISÃO DE LITERATURA 25
2.1 A Paisagem ……..... 25
2.2 A Territorialização do Meio Ambiente..... 27
2.3 Análise Integrada do Ambiente..... 33
2.4 A Fragilidade Ambiental..... 38
2.5 Geotecnologias, Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP) integrada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)..... 42
3 MATERIAL E MÉTODO..... 50
3.1 Materiais..... 50
3.2 Procedimentos Metodológicos..... 53
3.2.1 Etapa I – Levantamento, Aquisição e Sistematização das Informações do Território..... 53
3.1.2 Etapa II – Processamento Digital das Imagens..... 57
3.1.3 Etapa III – Validação dos Dados..... 62
3.1.4 Etapa IV– Modelagem Geográfica de Informações Multitemáticas..... 66
3.3 Matriz de Mudança..... 67
3.4 Fragilidade Ambiental..... 69
3.5 Identificação de Áreas Potencial ao Uso Agrícola - Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP)..... 72
3.5.1 Implementação da Modelagem..... 75
3.5.2 Análise de Consistência..... 76
4 ASPECTOS SOCIOECONÔMICOS E A PAISAGEM NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO..... 84
4.1 A Ocupação do Cerrado na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – Goiás 84
4.2 Informação Geográfica de Natureza Socioeconômica na Área de Estudo..... 89
4.2.1 Aspectos Agropecuários..... 89
4.2.2 Situação Fundiária..... 96
4.2.3 Malha Viária..... 101
4.2.4 Aspectos Demográficos..... 102
4.2.5 Aspectos Sociais..... 104
4.3 Aspectos Físico Ambientais..... 107
4.3.1 Recursos Hídricos..... 107
4.3.2 Clima..... 108
4.3.3 Geologia..... 110
4.3.4 Geomorfologia..... 114
4.3.5 Solos..... 117
4.3.6 Relevo..... 119
4.3.7 Cobertura Vegetal..... 121
4.3.8 Aptidão Agrícola..... 123
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 127
5.1 Unidades de Paisagem na Microrregião Geográfica rio Vermelho - Goiás..... 127
5.2 Análise do Uso e Cobertura Vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-Goiás..... 131

5.3 Análise da Mudança de Uso e Cobertura Vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás..... 144
5.4 Fragilidade e Potencialidade Ambiental na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás..... 155
5.5 Identificação das Áreas com Potencial Agrícola Tecnificada Utilizando Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP)..... 165
5.5.1 Áreas de Preservação e Conservação..... 170
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 177
REFERÊNCIAS 182
Apêndice A1. Tabela de pontos de controle para validação da eficácia temática do material cartográfico..... 191

1 INTRODUÇÃO

O mundo contemporâneo diante da análise da dinâmica do espaço geográfico e sua interrelação com o ambiente aponta para a necessidade de buscar modelos de desenvolvimento assentes na sustentabilidade social, econômica e ambiental, desencadeando o aumento dos níveis de percepção do homem sobre as dinâmicas dos cenários com base na relação sociedade/natureza.

No Brasil, desde o seu processo de colonização até o contexto atual, o uso e ocupação das terras ocorreram de forma desordenada onde o recurso solo passou a ser objeto de uso intensivo, promovendo desequilíbrios ambientais e o comprometimento de cadeias ecológicas em função do seu nível de fragilidade, embora o país seja reconhecido mundialmente por ter uma legislação ambiental moderna e completa nas suas diretrizes.

Para Barrichello (2006), a legislação ambiental brasileira reúne propriedades que a qualifica como uma das melhores do mundo, porém as sinergias entre os arranjos institucionais na escala territorial e aqueles na escala da organização social não são evidentes.

Ross (1991), faz a colocação que diante do contexto de equilíbrio e desequilíbrio do ambiente, que todas as alterações no ambiente natural promovidas pela ação do homem implicam em modificaçãoes do "equilíbrio de uma natureza que não é estática", mas apresentando um "dinamismo harmonioso em evolução estável e contínua", quando não submetido às ações antrópicas. O rompimento da situação de equilíbrio acaba por desencadear estados de desequilíbrio temprário ou permanente (SPÖRL, 2001).

Observa-se assim, que qualquer alteração nos componentes da natureza (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos), os quais estão inter-relacionados, ocorrendo consequentemente a interferência em todos os outros elementos do sistema, rompendo seu estado de equilíbrio dinâmico existente (SPÖRL, 2001).

O Noroeste Goiano, onde encontra-se inserida a Microrregião Geográfica Rio Vermelho, passou por processo de uso e ocupação da terra que remonta ao período colonial (século XVIII) com a exploração da atividade mineratória do ouro (ouro de aluvião) e formando os primeiros núcleos de urbanização como o Arraial de Sant'Anna (Cidade de Goiás).

A recente apropriação do solo no norte e noroeste goiano aconteceu em três momentos. A partir da década de 1950, ocorre a ocupação dos espaços vazios e de terras devolutas. Segundo Barreira (1997), "aconteceu naturalmente a criação de uma estrutura econômica no norte e médio-norte de Goiás, assentada principalmente na pecuária".

Num segundo momento na década de 1960, a região recebe um grande fluxo de fazendeiros e pecuaristas provenientes do sul de Goiás, Minas Gerais e de São Paulo. Barreira (1997), afirma que esta leva de pecuaristas vai se diferenciar dos primeiros pioneiros porque eles não mais procuram a região com intenção de fazer a vida, mas para reinvestir capitais, produto de uma acumulação já realizada em suas regiões de origem.

Durante as décadas de 1970 e 1980, terceiro momento de ocupação, as propriedades rurais regionais, caracteristicamente grandes, passaram a dobrar o tamanho das suas áreas de pastagens e no final da década de 1970 já "se encontravam quase que totalmente formadas". Estes desdobramentos condicionaram por fazer a afirmação de que o processo de formação destas pastagens corresponde a um outro processo inevitável que é "o processo de desmatamento sistemático" (BARREIRA, 1997). A atividade de pecuária de corte passa a ser um importante componente na economia do estado de Goiás.

Na década de 1990 e intensificado-se em 2000, ocorre um aumento considerável da atividade agrícola, principalmente agricultura irrigada por sistema de pivô central no segmento de *commodities* caracterizando um quarto momento no processo de uso e ocupação da terra na região. Sendo constatado também que a partir de 2010, vem aumentando de forma expressiva as áreas para uso agrícola em regime de sequeiro. Ambas as atividades se destacam principalmente nos municípios de Aruanã, Britânia, Cidade de Goiás, Itapirapuã, Jussara, Matrinchã e Santa Fé de Goiás.

Um aspecto importante que está impulsionando estas mudanças na região, está associado à transformação de fazendas tradicionais (fazendas típicas e/ou clássicas de criação de gado sem grandes investimentos de capital) em "empresas agropecuárias", além da região apresentar características edafoclimáticas e relevo favoráveis à prática de uma agropecuária tecnificada. Segundo Barreira (1997, p. 108), "estas empresas agropecuárias, em sua maioria, têm interesses diversificados, nos mais diferentes ramos econômicos, e vão imprimindo um novo arranjo na paisagem regional".

O investimento de capital na apropriação do meio natural nos últimos anos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – Goiás, promoveu o desenvolvimento da atividade de pecuária em molde intensivo subsidiada pela adoção de práticas de sistema de manejo baseado em alta tecnologia, garantindo maior produtividade por unidade de área em uso.

Para além desse aspecto, a agricultura irrigada comercial na microrregião que vem aumentando gradualmente e está voltada para o segmento de *commodities*, sendo praticada em até 3 (três) safras agrícolas, estando estas áreas localizadas preferencialmente nas terras baixas, cuja categoria de solo é formada pelo tipo latossolos.

De um modo geral, as atividades econômicas implantadas na região por estas empresas se caracterizam pela instalação de confinamentos, plantio de soja, investimento em agricultura irrigada por pivô central e implantação de frigoríficos. Não menos importante, houve também a constatação do aumento da conversão de áreas de pastagens em áreas agrícolas com destaque ao segmento de *commodities*, especialmente voltadas para as culturas de soja, milho, feijão e forrageiras ligada à cadeia de produção de carnes, promovendo novos arranjos e mudanças na paisagem, culminando com este novo contexto de organização espacial.

Em ambos os casos, tem destaque uma agropecuária moderna, altamente mecanizada, e apoiada no uso de tecnologias de correção da acidez dos solos, a fertilização química, sementes geneticamente modificadas e de defensivos agrícolas, pois de um modo geral, os solos no domínio do cerrado na região em questão, são ácidos e apresentam textura arenosa.

A microrregião possui posição geográfica estratégica, o que lhe confere destaque no cenário econômico por ser atravessada pelas rodovias GO-173, GO-070, GO-164, BR-251 (acesso norte-sul), a BR-070 (leste-oeste), colocando-se como importantes vias para escoamento da produção regional, promovendo uma maior mobilidade em função de sua ligação com grandes centros consumidores como a Região Metropolitana de Goiânia e Distrito Federal.

Em função das características ambientais e socioeconômicas desta região, também foi identificada a conversão de áreas de remanescentes de vegetação em áreas de pastagem, apontando para a importância e necessidade de produzir informações espaciais e não-espaciais multitemáticas e multitemporárias orientadas para a construção de diagnósticos e cenários prospectivos, mediante a realização de análise com caráter de integração, como forma de definir potencialidades e fragilidades naturais tendo como enfoque a análise geossistêmica.

Verifica-se assim a importância do levantamento e elaboração de geoinformações referentes ao meio físico, propiciando conhecer as características e condições de uso e ocupação das terras, as quais associadas aos aspectos socioeconômicas, constituem a base sobre a qual se deve assentar o planejamento (NASCIMENTO, 2003).

Diante da necessidade de gerar geoinformações, o uso de geotecnologias e informações geográficas como Sensoriamento Remoto Orbital, Análise Espacial, Modelagem Geográfica recorrendo a aplicação de técnicas de Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP) integrada em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), se colocam como importantes para auxiliar na compreensão do espaço geográfico, tornando-se instrumentos imprescindíveis para apoiar o planejamento de atividades e ações no território, estabelecendo correlação de interesse dos atores regionais.

Assim, se estabelecem condições para orientar o equacionamento de situações ambientais como identificação e levantamento de áreas de riscos e de potenciais conflitos de uso da terra, elaboração de cenários com caráter prospectivo, definição de zoneamentos territoriais, definição de unidades e normas de manejo, informações indispensáveis no que diz respeito à utilização racional do meio natural.

Nesta perspectiva, Nascimento (2003) afirma que o conhecimento sobre as formas de relevo, o comportamento do solo e das rochas quando submetidas a certas condições de uso, pode orientar na restauração ou manutenção da estabilidade do ambiente natural e humano.

Considerando a importância da geração de geoinformações acerca da área de estudo, caracteriza-se como elementos relevantes para orientar a compreensão do espaço geográfico, pelos atores no meio acadêmico e profissional nas diferentes áreas do conhecimento, subsídiando formulação de estratégias de planejamento, identificando no mosaico de áreas as suas fragilidades e potencialidades para a expansão destes usos sob a ótica da sustentabilidade.

Para tanto, considera-se as seguintes características: i) A atividade econômica predominante é a pecuária de corte, como importante componente na economia do estado de Goiás; ii) Constatação do aumento da conversão de áreas de pastagens em áreas agrícolas com destaque ao segmento de *commodities* agrícolas através da irrigação por pivô central, principalmente nos municípios de Aruanã, Britânia, Cidade de Goiás, Itapirapuã, Jussara, Matrinchã e Santa Fé de Goiás e de forma incipiente a constatação também do avanço da agricultura de sequeiro[1]; iii) Características edafoclimáticas e relevo com condições favoráveis à prática de uma agricultura tecnificada.

Partindo destes pressupostos, a pesquisa teve como objetivo geral a identificação de áreas com potencialidades para a expansão agrícola tecnificada utilizando geotecnologias de informações geográficas, enquanto subsídio na formulação de estratégias de planejamento. Para atingir o propósito estabelecido foram desenvolvidos os seguintes objetivos específicos: i) Construir um banco de geodados multifinalitário reportando aspectos físicos, socioeconômicos da área de estudo, subsidiando sua caracterização socioambiental; ii) Realizar o diagnóstico e análise multitemporal da dinâmica de uso e ocupação da terra à escala de município, possibilitando a compreensão das alterações do espaço geográfico, assim como suas consequências sobre o mesmo; iii) Definir e analisar as áreas de fragilidade ambiental na Microrregião Geográfica Rio Vermelho, proporcionando o entendimento acerca do ambiente

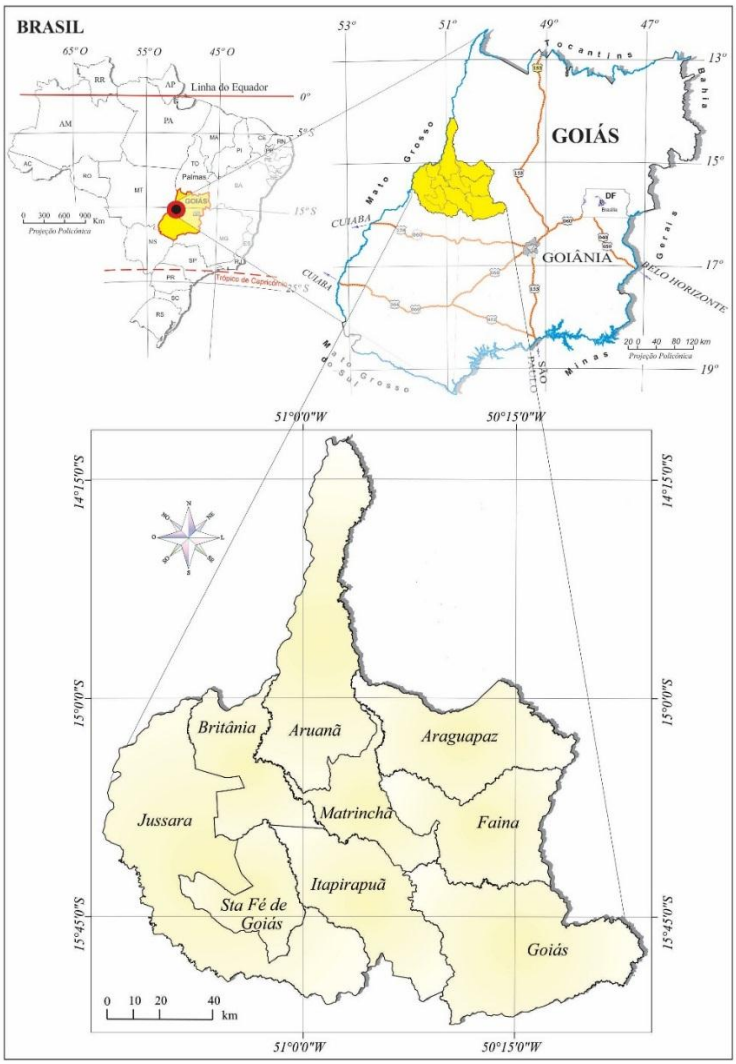
[1] Agricultura de sequeiro consiste na implantação de lavoua durante o período chuvoso.

natural sofrer alterações em seu estado de equilíbrio; iv) Produzir documentação cartográfica multitemática para orientar as atividades de planejamento e gestão do território.

1.1 Área de Estudo

A Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO constitui-se numa divisão oficial do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, formada por 9 municípios localizados no centro-oeste goiano entre as coordenadas geográficas de 14°00’00’’/16°15’00’’ de latitude Sul e 49°45’00’’/51°45’00’’ de longitude Oeste, sendo eles: Araguapaz (2.193,700 km²), Aruanã (3.055,292 km²), Britânia (1.463,006 km²), Faina (1.945,658 km²), Goiás (3.108,019 km²), Itapirapuã (2.043,715 km²), Jussara (4.085,363 km²), Matrinchã (1.150,894 km²) e Santa Fé de Goiás (1.169,167 km²), apresentando uma área territorial de 20.214,8 km² (IBGE, 2016), e população total estimada de 86.408 habitantes para 2018 (IBGE, 2018) (Mapa 01).

Mapa 01 – Mapa de localização da Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: Base Cartográfica Digital, IBGE, 2016; **Elaboração:** A autora, 2019.

De acordo com o Instituto Mauro Borges – IMB, (2018):

> [...] através da Resolução da Presidência (PR) Nº 11, de 5 de junho de 1990, [o IBGE] divide o Estado de Goiás em 18 Microrregiões Geográficas e as define "como um conjunto de municípios, contíguos e contidos na mesma Unidade da Federação, definidos com base em características do quadro natural, da organização da produção e de sua integração". Assim, as microrregiões são partes das mesorregiões que apresentam especificidades quanto à organização do espaço tais como: estrutura da produção agropecuária, industrial, extrativismo mineral, entre outras, podendo ainda resultar da presença de elementos do quadro natural ou de relações sociais e econômicas particulares. Essas especificidades não significam uniformidade de atributos, nem conferem às microrregiões auto-suficiência e tampouco o caráter de serem únicas. Esses espaços foram identificados, também, pela vida de relações ao nível local, isto é, pela possibilidade de atender às populações, através do comércio de varejo ou atacado ou dos setores sociais básicos.

O processo de identificação das microrregiões no estado de Goiás foi definido com base em dois indicadores de acordo com IBGE (1990), que são: i) a "estrutura da produção que implica na análise de como funciona o setor de produção primária" baseando-se na forma de utilização da terra, orientação da agricultura, estrutura dimensional dos estabelecimentos, nas relações de produção estabelecidas, nível tecnológico e emprego de capital e no grau de diversificação da agropecuária; ii) a interação espacial, tendo como referência a área de influência dos centros sub-regionais e dos centros de zonas enquanto elementos articuladores dos "processos de coleta, beneficiamento e expedição de produtos rurais de distribuição de bens e serviços ao campo e a outras cidades".

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A Paisagem

O campo de estudos da Geografia analisa as relações entre a sociedade e a natureza buscando elucidar os arranjos e/ou rearranjos espaciais, possibilitando consequentemente determinar uma caracterização do espaço geográfico e suas diferentes escalas de grandeza. Deixando em evidência a importância das discussões sobre a dinâmica e mudanças da paisagem no contexto dos estudos da Geografia, auxiliando na compreensão dos elementos naturais e sociais do território e também de suas interações.

Os estudos da paisagem na Geografia têm início a partir da análise de caráter naturalista da escola alemã, com destaque para Alexander Von Humboldt (1769-1859), consistindo numa análise voltada às unidades de fenômenos naturalistas respaldadas pelas suas viagens, considerando em seus estudos as diferenças paisagísticas da vegetação como forma para compreender as diversificadas fisionomias do conjunto da natureza (PICHININ, 2009).

Passos (2006) destaca também a importante contribuição de Carl Troll (1899-1975), nos estudos da paisagem, consistindo na inter-relação do homem com o meio natural, sendo esta categoria dotada de forma e função, na qual havia articulação entre os elementos formadores, que podiam ser de ordem natural ou cultural, ou seja, estava além do visível (PICHININ, 2009).

Outro aspecto importante foi que, com a institucionalização da geografia como disciplina (fim do século XIX), a abordagem da paisagem passa a ser formalizada, sendo a ciência geográfica definida como estudo das paisagens, por geógrafos alemães como Alfred Hettner (1859-1941), Siegried Passarge (1867-1958) e Otto Schlüter (1872-1952). Paul Vidal do Blache (1845-1918), define na França que os estudos regionais por observação direta das paisagens. Nos Estados Unidos, Carl Otwin Sauer (1889-1975) define o estudo das paisagens como a relação entre homem e meio ambiente a partir do estudo da cultura (RIBEIRO, 2009).

A partir de 1960, biogeógrafos como Georges Bertrand da escola francesa "insere nos estudos da paisagem um caráter de instabilidade dos elementos físicos, biológicos e antrópicos" (RIBEIRO, 2009).

Para Gabriel de Rougerie (1969), em seu livro "*Géographie des Paysages"*, nossa ciência é o estudo das paisagens, para cuja compreensão, seria indispensável decifrar todas as relações casuais, assim como as interações do complexo vivo que a constitui (RIBEIRO, 2009). Destacam-se ainda Thierry Brossard e Jean Claude Wieber, que desenvolvem uma cartografia da paisagem seguindo uma abordagem a partir da biogeografia.

Nos últimos anos, a paisagem expressa as dinâmicas e manifestações no espaço de forma direta ou indiretamente perceptíveis, permeando entre a materialidade e imaterialidade, ou seja, é a expressão da complexidade dos fenômenos geográficos, tornando-se em fator primordial para as análises geográficas.

Segundo Souza (2010), "a partir do instante em que o fenômeno se torna objeto de nossa percepção, somos despertos pela curiosidade e tentativas de compreensão". Diante deste cenário, observa-se que independentemente da categoria de análise geográfica estiver sendo utilizada na realização de estudos no âmbito da ciência geográfica, a paisagem estará presente, mesmo que de forma implícita ou explicita, mesmo que não componha o objeto principal da pesquisa (SOUZA, 2010).

Coloca-se então uma questão de ordem epistemológica, desencadeando imprecisões na utilização do termo paisagem. "Cada um utiliza a seu bel prazer", muitas vezes atribuindo-lhe qualificativos que alteram seu verdadeiro sentido (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 7).

Segundo Bertrand e Bertrand (2007, p. 7), o conceito de paisagem:

> ficou quase estranho à geografia física moderna e não tem suscitado nenhum estudo adequado. É verdade que tal tentativa implica numa reflexão metodológica e pesquisas específicas que escapam parcialmente a geografia física tradicional. Esta é, com efeito, desequilibrada pela hipertrofia da pesquisa geomorfológica e por graves carências, em particular no domínio das ciências biogeográficas. Enfim, ela permanece essencialmente analítica "*separativa*", enquanto que o estudo das paisagens não pode ser realizado senão no quadro de uma geografia física global.

Este problema de ordem epistemológica fez com que George Bertrand passasse a aapoiar-se no conceito de geossistemas no desenvolvimento das suas pesquisas baseados (segunda metade da década de 1960), estabelecendo relação de tipologia com a ordem taxionômica do relevo, no âmbito da Geografia Física a partir de uma abordagem de análise integrada da paisagem, com a finalidade de compreender o nível de complexidade da paisagem em relação à sua "estrutura, funcionamento e dinâmica".

O geossistema constitui-se um referencial para apoiar a realização de análises da dinâmica ambiental inter-relacionando sociedade e natureza. Observa-se assim, que a análise da inter-relação entre os geossistemas e dos sistemas antrópicos condicionam formatar um diagnóstico das potencialidades e fragilidades físico-naturais e socioeconômicas das paisagens.

Passos (2006), ressalta o fato de a abordagem integrada da paisagem estar relacionada à identificação e ao estabelecimento de variáveis biofísicas e socioeconômicas de um local. Pode ser uma forma de diagnosticar os impactos ocasionados pela ação de antropização pelo homem sobre o meio natural, agravados pelo recente crescimento de práticas de uso da terra

ecologicamente degradantes e economicamente viáveis. Assim, pois, esta consideração traz elementos relevantes para o desenvolvimento de ações de planejamento e planos de ordenamento do território (PICHININ, 2009).

Na visão de Bertrand e Bertrand (2007), a paisagem compõe um sistema dinâmico e composto por elementos de ordem natural, social e econômico, resultante da inter-relação entre homem e natureza. A paisagem representa as transformações do espaço geográfico no tempo, evidenciando a realidade econômica, cultural e ecológica. Este sistema dinâmico é resultante das ações humanas e dos recursos naturais no decorrer do tempo e nas diferentes dimensões de escalas dando forma a um complexo de processos que caracterizam causas e consequentes efeitos. A paisagem para Bertrand e Bertrand (2007), é o:

> reflexo e a marca impressa da sociedade dos homens na natureza. Ela faz parte de nós mesmos. Como um espelho, ela nos reflete. Ao mesmo tempo, ferramenta e cenário. Como nós e conosco, ela evolui, móvel e frágil. Nem estática, nem condenada. Precisamos fazê-la viver, pois nenhum homem, nenhuma sociedade, pode viver sem território, sem identidade, sem paisagem. (BERTRAND e BERTRAND, 2007, p. 263)

É nesta linha de pensamento onde o planejamento com a finalidade de estabelecer o uso ordenado e racional dos recursos naturais na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO encontra-se referenciado numa análise integrada das componentes físicas (geologia, relevo, pedologia, clima) e antrópicas (uso da terra e dinâmica produtiva), como meio de identificação e adequação de zonas que apresentam características favoráveis ao desenvolvimento de prática agrícola tecnificada, bem como limitações e/ou restrições de usos específicos.

Daí a importância de identificar e levantar dados que contribuam para a compreensão da organização espacial do território, numa escala geográfica com detalhamento a nível de município revelando as relações de causas e efeitos das dinâmicas paisagísticas impressas na área de estudo.

2.2 A Territorialização do Meio Ambiente

O entendimento do conceito da categoria geográfica paisagem deve ser feito considerando as dinâmicas territoriais produzindo causas e efeitos, enquanto fator resultante do processo de apropriação da natureza exercido pela sociedade, uma vez que a paisagem representa importantes características dos territórios.

Para tanto, os impactos promovidos mediados a partir das ações da sociedade implicam em transformações ambientais atuantes nas dinâmicas socioeconômicas e se tornam foco de

projetos políticos e de instrumentos jurídicos que visam controlar e otimizar a utilização dos recursos (SOUZA, 2015).

Para Gottmann (2012, p. 523), o território é constituído de:

> componentes materiais ordenados no espaço geográfico de acordo com certas leis da natureza. Entretanto, seria ilusório considerar o território como uma dádiva divina e como um fenômeno puramente físico. Os componentes naturais de qualquer território dado foram delimitados pela ação humana e são usados por um certo número de pessoas por razões específicas, sendo tais usos e intenções determinados por e pertencentes a um processo político. Território é um conceito gerado por indivíduos organizando o espaço segundo seus próprios objetivos.

Na perspectiva de Bertrand e Bertrand (2007), é realizada uma reflexão sobre o território com base na existência de inter-relações no âmbito da sociedade que tornam os elementos naturais (fonte/*source*) e (recursos/*ressource*) em função dos sistemas sociais. Para os autores, territorializar o meio ambiente "é, ao mesmo tempo, enraizá-lo na natureza e na sociedade fornecendo os meios conceituais e metodológicos de fazer avançar o conhecimento ambiental nesse campo".

Neste sentido, são apresentados seis (6) "filões autônomos", mas solidários e que representam os procedimentos de inserção do meio ambiente na discussão territorial, os quais são:

i) *Socializar o meio ambiente:* Constituindo em análise de ações do homem, enquanto sociedade se apropriando dos recursos do meio natural e de seus modos de representação (BERTRAND e BERTRAND, 2007);

ii) *Espacializar o meio ambiente:* A contribuição da geografia é essencial no seu sentido pleno, porém os estudos ambientais evitando divisão espacial do "tipo corológico" (BERTRAND e BERTRAND, 2007);

iii) *Antropizar o meio ambiente:* Constitui-se um processo amplo de artificialização do meio ambiente (BERTRAND e BERTRAND, 2007);

iv) *Hibridar o meio ambiente:* Na perspectiva de Bertrand e Bertrand (2007), hibridar o meio ambiente, implica em abandonar as interpretações reducionistas, já que há um contexto de ampla utilização de termos híbridos (meio social, limitação, crise, ambiente, paisagem, recurso, território) e valorizar as especificidades e os significados mais abrangentes destas palavras (SOUZA, 2015);

v) *Historiar o meio ambiente:* Constitui-se na memória dos territórios e regiões em sua perspectiva de "tempo e da duração" (BERTRAND e BERTRAND, 2007);

vi) *Patrimonializar o meio ambiente:* É constituído pela explicação do passado e projetá-lo para o futuro assumindo caráter prospectivo (BERTRAND e BERTRAND, 2007).

Na visão de Bertrand o meio ambiente coloca em voga um "retorno da natureza e do natural" que a expansão econômica tinha deixado de lado mediante o processo de artificializacão crescente do meio natural. Permitindo entender por meio da proposta teórica metodológica de uma geografia de transversalidades e de travessias relativas às questões do meio ambiente a partir do modelo Geossistema, Território e Paisagem, as relações sociedade e natureza produzindo diversidades de paisagens e implicando em mudanças do espaço geográfico.

Numa perspectiva diferenciada, é importante mencionar a existência de diferentes abordagens e concepções feitas por conceituados autores acerca do conceito de território e territorialidade na Geografia.

A materialização das relações entre o homem e a natureza acontece no território. As relações entre sociedade e natureza materializam-se no território através de sua distribuição e localização, o que podemos chamar de territorialização. O território coloca-se como conectividade entre espaço e política nas discussões de questões da sociedade, porque este mesmo possui o "papel de palco e ator na transformação da sociedade" (RIBEIRO, 2009).

Assim, a cidade e o campo se constituem em espaços, os quais são produzidos de forma dialética. Segundo Suertegaray et al., (2017, p.13), territórios que "se definem nas dimensões de usos e que proporcionam a viabilidade da força de trabalho necessária para o processo de produção e ampliação do capital, redefinindo nas relações de trabalho e de produção".

Fuini (2018), destaca que as diferentes abordagens do território são feitas por meio do particionamento do espaço geográfico por relações de poder, envolvendo a produção deste espaço e sua apropriação. Isto acontece dotado de implicações políticas, socioeconômicas, culturais e naturais, sendo estas relações mantidas a partir de fluxos em diferentes dimensões de escala, ocorrendo no âmbito local ao global.

O território se vincula às dimensões histórica, geopolítica e econômica na visão de Milton Santos. A partir dos anos de 1990, sua abordagem remete ao "território do estado-nação" diferenciando o território de espaço, baseando-se no "estruturalismo e no materialismo histórico", inclusive com Claude Raffestin que teve grande influência no desenvolvimento de suas obras (QUEIROZ, 2014).

O território para Claude Raffestin (1993), compõe um conjunto de sistemas de objetos e ações. Assim, como também possui sua formação constituída pelas diferentes territorialidades, uso e apropriação do espaço, dos diferentes atores. Outra dimensão dada ao território, é sua formação por "superfícies (as estruturas econômicas, políticas e culturais), por linhas (as redes) e por pontos (os lugares)" (QUEIROZ, 2014).

Para Fuini (2018), o território apresenta:

> limites fixos, mas cuja extensão é variável historicamente, e suas formas de ocupação são definidas pelo uso do poder (o soberano, com suas formas coercitivas) e pelas relações entre classes sociais envolvidas no âmbito do modo de produção dominante em escala mundial.

Milton Santos focaliza a categoria território a partir de componentes relativos a "escalas, relação global-local, atividades econômicas e produtivas e as infraestruturas". Sendo considerado estes elementos num processo ao longo do tempo no território, propiciando a compreensão de como os agentes sociais exercem suas relações de poder, que se estabelecem por meio de sua dimensão cultural, econômica e política.

Diante desta perspectiva, "o território deve ser trabalhado não apenas por si", mas deve-se considerar também "o território vivido e usado", pois Santos (2000) considera:

> o espaço geográfico não como sinônimo de território, mas como *território usado;* e este é tanto o resultado do processo histórico quanto a base material e social das novas ações humanas. Tal ponto de vista permite uma consideração abrangente da totalidade das causas e dos efeitos do processo socio territorial. Trata-se do espaço de todos os homens, não importa suas diferenças; o espaço de todas as instituições, não importa a sua força; o espaço de todas as empresas, não importa o seu poder. Esse é o espaço de todas as dimensões do acontecer, de todas as determinações da totalidade social. É uma visão que incorpora o movimento do todo, permitindo enfrentar corretamente a tarefa de análise.

Segundo Fuini (2018, p.41), "a transnacionalização do território, pela via da mundialização do capitalismo, que impõe novas sinergias, tornava antiga a ideia de Estado-territorial, ou da exclusividade do Estado como o único agente a definir os lugares".

O território na visão de Haesbaert, possui dimensão espacial onde são evidenciados processos de dominação com caráter mais concretos, tanto pela produção material quanto em termos jurídico-políticos. Compõem também um espaço apropriado dotado de imaterialidade, como na produção de "identidade, subjetividade e simbolismos" com certo lugar (FUINI, 2017).

Segundo Haesbaert (2007, p. 20), desde a sua origem, o território:

> nasce com uma dupla conotação, material e simbólica, pois etimologicamente aparece tão próximo de *terra-territorium* quanto de *terreoterritor* (terror, terrorizar), ou seja, tem a ver com dominação (jurídico-política) da terra e com a inspiração do terror, do medo – especialmente para aqueles que, com esta dominação, ficam alijados da terra,

> ou no "*territorium*" são impedidos de entrar. Ao mesmo tempo, por outro lado, podemos dizer que, para aqueles que têm o privilégio de plenamente usufrui-lo, o território pode inspirar a identificação (positiva) e a efetiva "apropriação.

Para este autor, o conceito de território se vincula com o poder, não se restringindo à concepção tradicional de poder político, mas também no sentido concreto de dominação, tanto quanto ao poder em sentido simbólico de apropriação. Equivale dizer que a apropriação do espaço geográfico por um grupo social passa a não ser entendida sem o seu território, consistindo na sua base histórica, cultural.

Lefebvre faz a distinção dos termos apropriação (possessão), que representa um processo com caráter mais simbólico, estabelece um vínculo com o vivido e o valor de uso, enquanto a dominação (propriedade), ocorre de forma mais concreta, funcional e está vinculado ao valor de troca (HAESBAERT, 2007).

Para o autor, o território assume três dimensões, sendo: a jurídico-política, onde o território enquanto um determinado espaço delimitado e possui um controle exercido por um poder; a dimensão cultural enquanto produto de apropriação por meio da criação de uma identidade social, estabelecendo vínculos sobre o espaço; a dimensão econômica em que o território é tido como produto espacial, as forças divergentes entre as classes sociais e classes de trabalho vivenciados no cotidiano.

Para expressar a multiplicidade de manifestações do território, Haesbaert (2007) define duas referências para investigar o território que são: funcional, o qual tem prioridade na maioria das abordagens, e o simbólico, que vem ganhando espaço e importância nos últimos tempos. Para o autor, a referência de "território funcional" e "território simbólico", não se manifestam isoladamente, ou seja, todo "território funcional" tem algum caráter de natureza simbólica, e todo "território simbólico" tem sempre algum caráter funcional, por menor que seja.

Destaca, ainda, a importância em considerar o aspecto funcional tanto quanto o simbólico enquanto partes integrantes de uma realidade cotidiana que se manifesta no território. Sendo assim:

> todo território é, ao mesmo tempo e obrigatoriamente, em diferentes combinações, funcional e simbólico, pois as relações de poder têm no espaço um componente indissociável tanto na realização de "funções" quanto na produção de "significados". O território é "funcional" a começar pelo seu papel enquanto recurso, desde sua relação com os chamados "recursos naturais" - "matérias-primas" que variam em importância de acordo com o(s) modelo(s) de sociedade(s) vigente(s). (HAESBAERT, 2007, p.23)

O território para Souza (2001), constitui-se em um espaço geográfico definido e delimitado a partir da existência de relações de poder, constituindo um instrumento de exercício de poder, sendo exercido por um indivíduo ou por grupo de indivíduos. Outra noção de

definição, é o "território enquanto resultado das relações sociais", se materializando no espaço concreto, possuindo um "tempo de vida indeterminado, podendo ser sua existência longa ou curta" (SILVA, 2015).

Segundo Souza (2018, p.89), o território é fundamentalmente:

> um espaço definido e delimitado por e a partir de relações de poder. A questão primordial, aqui, não é, na realidade, quais são as características geoecológicas e os recursos naturais de uma certa área, o que se produz ou quem produz em um dado espaço, ou ainda quais ligações efetivas e de identidade entre um grupo social e seu espaço. Estes aspectos podem ser de crucial importância para a compreensão da gênese de um território ou do interesse por tomá-lo ou mantê-lo (...), mas o verdadeiro Leitmotiv é o seguinte: quem domina ou influencia e como domina ou influencia esse espaço? Esse Leitmotiv traz embutida ao menos de um ponto de vista não interessado em escamotear conflitos e contradições sociais, a seguinte questão inseparável, uma vez que o território é essencialmente um instrumento de exercício de poder: quem domina ou influencia quem nesse espaço, e como? (SOUZA, 2012, pp. 78-79; grifo original).

A territorialidade assume perspectiva de uma rede de relações sociais, um campo de forças, definindo um limite em função da sua complexidade interna. Os espaços são construídos, mas também são desconstruídos em escalas temporais diferentes, podendo ter um caráter de permanência, mas podendo ser também periódico ou cíclico.

A ocupação de certas áreas públicas como praças e ruas nas grandes cidades, são denominadas de territórios com temporalidade bem definida, mas que envolve conflitos devido à "apropriação do espaço que os discriminam". Por outro lado, a territorialidade descontínua tem comportamento de uma "territorialidade-rede" como a de organizações criminosas, atuando na articulação de territórios contínuos como por exemplo a favela territorializada pelos grupos criminosos e descontínuos como o mercado de consumo de drogas (SILVA, 2015).

De acordo com as diferentes linhas de abordagens, observa-se os apontamentos acerca de diferentes territórios tanto na perspectiva de território concreto quanto território simbólico e territorialidades com aspectos de cunho individual e também coletivos, indo além de uma estrutura político-econômica, e de caráter mais funcional, assumindo caráter multidimensional e em multiescalas.

Proporcionando desta forma, diferentes mecanismos de análise da própria realidade que está sendo vivenciada, afim de possibilitar sua melhor compreensão, diante dos processos de transformações socioespaciais. Relações estas que refletem os diferenciados graus de apropriação da natureza a partir de relações de poder, da organização política e econômica da sociedade, tal como a Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO que expressa aspectos inicialmente a partir da ocupação de espaços vazios de terras devolutas por meio da posse, formação de latifúndios, a especialização da produção pecuária, culminando com este novo contexto de organização espacial vivenciado.

2.3 Análise Integrada do Ambiente

O planejamento do uso sustentável dos recursos naturais no âmbito de um território é uma atividade complexa que exige uma análise integrada dos componentes físicos (geologia, relevo, pedologia, clima) e antrópicos (uso da terra e dinâmica produtiva), como meios de identificação de zonas que apresentam características favoráveis à prática agrícola, bem como limitações e/ou restrições de usos específicos sob enfoque sistêmico.

Assim, a geografia constitui-se numa ciência que tem por objeto próprio a compreensão dos processos interativos entre natureza e sociedade, produzindo, como resultado, um sistema de relações e de arranjos espaciais que se expressam por unidades paisagísticas identificáveis em todas as escalas de grandeza (CONTI, 2014).

Considerando as causas e efeitos das relações natureza-sociedade numa escala sub-regional na microrregião, este trabalho busca subsídio nos métodos e conceitos com abordagem sistêmica no contexto da pesquisa geográfica buscando a compreensão das transformações da paisagem de forma multitemporal, uma vez que os geossistemas constituem-se em objeto de estudo da Geografia Física e as Organizações Espaciais constituem-se em objeto da Ciência Geográfica.

Diante dessa interrelação entre natureza e sociedade, os objetivos de uma abordagem integrada da Agenda 21 (FAO, 1995) previam:

a) Rever e desenvolver políticas para suportar a melhor utilização possível da terra e do uso sustentado dos recursos naturais;
b) Aumentar ou fortalecer o planejamento, gerenciamento e avaliação dos sistemas de gerenciamento dos recursos da terra;
c) Fortalecer mecanismos de coordenação para os recursos da terra, de forma a estarem completamente capazes de implementar políticas e sistemas;
d) Criar mecanismos que irão assegurar o envolvimento ativo e a participação de todos os interessados. Isto deve incluir particularmente a comunidade e a população à nível local, em decisões relativas ao uso da terra e seu gerenciamento.

Neste contexto, observa-se a importância do conceito geossistêmico. Seu enfoque foi baseado na Teoria Geral dos Sistemas de Bertanlanffy, desenvolvida no início da década de 1950, recebendo contribuição de diversos autores, sobretudo das escolas russas e francesas de Geografia.

O Geossistema tem origem na escola russa no início da década de 1960 com Sotchava, definindo os conceitos de modelo e sistema, daí se tem o conceito de geossistema que se

caracteriza por incluir “todos os elementos da paisagem como um modelo global, territorial e dinâmico” (DIAS e SANTOS, 2007).

Para Sotchava (1978), o geossistema:

> constitui-se no resultado da combinação de fatores geológicos, climáticos, geomorfológicos, hidrológicos e pedológicos associados a certo(s) tipo(s) de exploração biológica. Tal associação expressa a relação entre o potencial ecológico e a exploração biológica e o modo como esses variam no espaço e no tempo, conferindo uma dinâmica ao geossistema. Por sua dinâmica interna, o geossistema não apresenta necessariamente homogeneidade evidente. Na maior parte do tempo, ele é formado de paisagens diferentes, que representam os diversos estágios de sua evolução (DIAS e SANTOS, 2007).

Seguindo nesta perspectiva, o termo de Geossistemas passou a ser utilizado por vários profissionais da Geografia com diferenciados enfoques de conteúdos, metodologias e escalas, como George Bertrand (1968), Christofoletti (1978), Beroutchachvilli (1991), dentre outros.

Os princípios da Ecodinâmica (TRICART, 1977), definem um sistema enquanto um conjunto de elementos que se inter-relacionam mediante fluxos de matéria e energia, numa relação de interdependência, surgindo uma nova entidade global e dinâmica, permitindo a adoção de uma postura dialética entre a análise e a visão do conjunto sobre o meio ambiente.

Tricart (1977), considerava, já naquela época, que o conceito de sistema se constituía em instrumento que se dispunha para realizar estudos sobre as temáticas do meio ambiente. Para Troppmair (1985), *apud* Troppmair e Galina (2016), o geógrafo “deve estudar o meio integrado e dinâmico, em que os seres vivos, entre eles, o homem vivem, se conectam e desenvolvem suas atividades”.

A escola francesa desenvolvia-se interagindo com a escola russa, Bertrand (1968), sob a influência da escola russa incorpora de forma clara e direta a variável ação antrópica em sua definição, aplicando a teoria de geossistemas à realidade francesa no que concerne a dimensão e escala em que a dinâmica resulta num processo de interação entre o potencial ecológico, a exploração biológica e a ação antrópica.

Do ponto de vista de Bertrand, o ecossistema consiste no ambiente vivido de uma determinada espécie animal no que tange à sua origem e desenvolvimento relacionando-se com os demais elementos, definindo desta forma limites para cada ecossistema. E o geossistema deve ser visto de forma mais ampla que o ecossistema, inclui na sua análise a dimensão espacial, relaciona elementos distintos, formando paisagens diferentes e representam estágios de sua evolução. Neste sentido, o geossistema se coloca como um fator de grande relevância para apoiar a realização de estudos e análises acerca da dinâmica ambiental inter-relacionando a sociedade e natureza.

Com uma postura diferente da adotada por Sotchava, Bertrand define o geossistema como uma "unidade taxonômica" na categorização da paisagem em: zona → domínio → região → geossistema → geofácies → geótopo, sendo as três primeiras classificadas como unidades superiores e as outras três como unidades inferiores. A proposta conceitual de paisagem para Bertrand (1971), representa um conjunto de elementos geográficos combinados dialeticamente, atuando numa determinada porção do espaço geográfico, integrando indissociavelmente os elementos físicos, biológicos e antrópicos. Estes elementos reagindo uns com os outros dialeticamente, produzem da paisagem um conjunto único e indissociável em constante evolução (MELO e FURLAN, 2017).

Segundo Silva et al., (2014, p.4), "essa interação é concebida no tempo e no espaço e resulta em uma organização visível que revela ou pode revelar a combinação invisível que tanto interessa na análise do espaço conferida à geografia".

Ab´Sáber considera que as paisagens contêm sempre o caráter de "herança de processos fisiográficos e biológicos", de atuação antiga, remodelados e que são modificados por processos de atuação recente. Assim sendo, as paisagens são uma herança, um "patrimônio coletivo dos povos" que, historicamente, os modificam no decorrer do "tempo e do espaço" (AB´SÁBER, 2003). Para Christofoletti (1999), a paisagem é constituída por elementos materiais e recursos naturais co-relacionados com a intervenção humana.

Georges Bertrand a partir da década de 1990 muda sua concepção, reconhecendo não ser possível abordar meio ambiente com sua complexidade e diversidade, passando a entendê-lo como uma "entidade natural formada pelas relações entre os componentes da natureza e impactada pela ação da sociedade" (CAVALCANTE e CORRÊA, 2016).

Segundo Cavalcante e Corrêa (2016), "é proposto então o modelo Geossistema-Território-Paisagem (GTP), respectivamente associados as noções de *source*, *ressource* e *ressourcement"* (BERTRAND e BERTRAND, 2002). Assim, o geossistema para Bertrand passa a ser uma abstração e a denominação e o termo "táxon" é substituído pela terminologia "geocomplexo".

Para Neves et al. (2014), este modelo adotado por Bertrand aproxima o geossistema da perspectiva "naturalista", retomando a concepção de sistema físico ambiental em que:

i) O geossistema se destaca por constituir-se de elementos bióticos, abióticos e antrópicos numa perspectiva sistêmica, importantes na realização de estudos do espaço geográfico;

ii) O território enquanto análise de sua organização e funcionalidade social e econômica sobre um espaço geográfico determinado, sendo considerado o tempo para relatar o recurso e a gestão.

iii) A paisagem que abrange não apenas os aspectos visíveis como também fornece caráter cultural, social e econômico de um espaço geográfico, o qual é trabalhado pela ação da sociedade. A paisagem contem qualitativos, tornando possível identificar o território com sua "organização e funcionalidade", os quais se reproduzem através dos elementos geossistêmicos.

Bertrand e Bertrand (2007, p. 290), considera que a paisagem é:

> parte de um todo; este todo sendo o território em amplo sentido. Assim, concebida, a paisagem não é apenas a aparência das coisas, cenário ou vitrine. É também um espelho que as sociedades erguem para si mesmas e que as reflete. Construção cultural e construção econômica misturadas. E sob a paisagem, há o território, sua organização espacial e seu funcionamento. O complexo território-paisagem é de alguma forma o meio ambiente no olhar dos homens, um meio ambiente com aparência humana.

O paradigma GTP para Bertrand e Bertrand (2007, p. 293), "é uma construção de tipo sistêmico destinada a demonstrar a complexidade do meio ambiente geográfico respeitando, tanto quanto possível, a sua diversidade e sua interatividade".

Ao propor o modelo GTP, busca-se a superação do caráter unívoco (ecossistema e/ou geossistema) dos estudos que derivam de apenas um conceito. Os autores apontam ainda em três caminhos que de forma independente correspondem a categorias espaço-temporal diferentes, mas são complementares: o território-fonte, o território-recurso, o território-aprovisionamento.

Segundo Passos, (2016, p. 38), a incorporação das dimensões social e cultural:

> veio reforçar e completar a noção de diversidade que não é apenas de ordem biológica. É bem sabido que o meio ambiente de uns não é o meio ambiente de outros e que muitas incompreensões e conflitos nascem desta situação. Aqui, tocamos exatamente um dos pontos mais sensíveis do desenvolvimento sustentável em que a pesquisa sobre ou para o meio ambiente não poderá atingir se não seguir um caminho obrigatório através das culturas e das práticas sociais.

Em conformidade com a base conceitual do modelo GTP proposto por Bertrand, os estudos relativos ao meio ambiente, constitui-se em pesquisa com caráter de interdisciplinaridade, sendo associado, pelo menos na teoria, as ciências de cunho social às ciências da natureza. As diferentes abordagens com relação à "descrição e análise das dinâmicas e organizações espaciais", pressupõem a existência de duas grandes orientações, as quais devem ser vistas como complementares (PASSOS, 2016).

A primeira refere-se a “análise espacial” que consiste em revelar como o espaço geográfico se organiza a partir de suas estruturas. A segunda refere-se a “geografia social", que tem sua abordagem aos processos de construção territorial pela análise das relações sociais. A abordagem paisagística se baseia nas inter-relações entre estas orientações, demonstrando as diferentes combinações resultantes, as quais propiciam a construção paisagística específica, que implicará na definição de modelos de organização do território (PASSOS, 2016).

Diante deste cenário, observa-se a necessidade de procurar entender as relações entre sociedade/natureza constituindo para Bertrand a base do planejamento ambiental, tal como se materializam e se organizam no espaço.

Esta concepção de Bertrand tem o caráter de desvendar a lógica do meio ambiente e sua totalidade a partir da interação entre as entradas, o meio ambiente e sua estrutura física e biológica, o poder de antropização, artificialização e artialização das paisagens pela expansão socioeconômica da sociedade e seus respectivos aspectos culturais, que compõem uma interface globalizada do meio ambiente (GONÇALVES e PASSOS, 2017).

Silva et al., (2014), fazem a observação da importância de “captar, analisar e compreender a organização” desenvolvida no âmbito das inter-relações entre fenômenos antrópicos (fatores econômicos, sociais e culturais) e os elementos da natureza.

Para Monteiro (2001, p.81):

> o tratamento geossistêmico visa a integração das variáveis “naturais” e “antrópicas” (etapa de análise), fundindo “recursos”, “usos” e “problemas” configurados (etapa integração) em “unidades homogêneas” assumindo um papel primordial na estrutura espacial (etapa de síntese) que conduz ao esclarecimento do estado real da qualidade do ambiente na (etapa aplicação) do “diagnóstico.

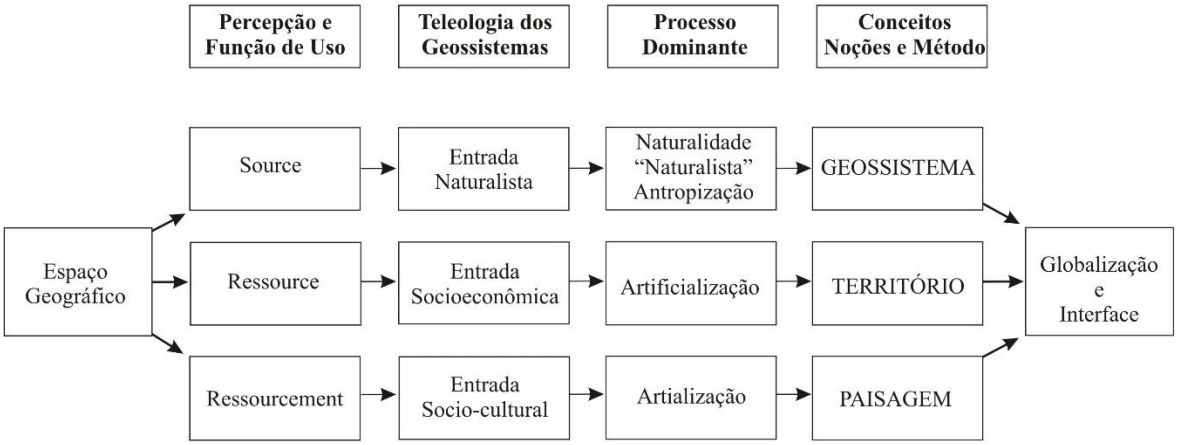
A interação destas variáveis naturais e socioeconômicas promovem mudanças da dinâmica da paisagem incorporando resultados de forma diferenciada, determinando diferenciados níveis de complexidade na análise ambiental e ao mesmo tempo especificidades, demonstrando a reorganização do espaço geográfico.

Neste sentido, observa-se que a tríade dos conceitos GTP se fundamenta em analisar e compreender o funcionamento de forma holística de um determinado espaço geográfico, suas interações e compreensão de sua dinâmica, conforme ilustra a Figura 01.

Do ponto de vista de Rosolém e Archela (2010), a utilização desta metodologia do GTP (Geossistema. Território e Paisagem), propicia executar a delimitação e representação cartográfica das áreas de pesquisa, assim como diagnosticar problemas existentes e o nível de comprometimento ao meio natural, auxiliando na realização de um planejamento de estratégias

para “conter, reverter ou amenizar” os impactos ambientais gerados, podendo “revelar as formas de criação, de reprodução e de transformação das estruturas”.

Figura 01. Esquema conceitual do modelo GTP.



Fonte: Bertrand e Bertrand (2007, p. 299).

A hierarquia semântica baseada no GTP tem finalidade de compreender o modelo, seu sentido e aplicabilidade na pesquisa ambiental, de acordo com seus preceitos de interdisciplinaridade e transversalidade de abordagens: da “natureza para o território/sociedade” e, destes, para o universo das representações simbólicas, que aparecem do imaginário social no processo de territorialização do meio ambiente (SOUZA, 2015).

Isto representa uma busca por relançar a pesquisa ambiental mediante bases multidimensionais, tanto no tempo quanto no espaço num processo de interdisciplinaridade favorecendo o exercício de uma reflexão epistemológica e conceitual, assim como desencadear sugestões metodológicas no âmbito de uma proposta de análise integrada do ambiente.

2.4 Fragilidade Ambiental

O modelo de apropriação do ambiente natural incentivado pelo processo de globalização de economias e impulsionado pela nova ordem econômica mundial, tem demonstrado níveis cada vez mais elevados de exploração dos recursos naturais, intensificados pelo desenvolvimento das atividades econômicas, promovendo transformações do espaço, associadas à redução do espaço natural, e como consequência gerando inúmeros problemas de degradação do meio ambiente.

Diante desse quadro, observa-se que a Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, passou por um intenso processo de desmatamento de sua cobertura vegetal natural. Fato este

comprovado a partir da espacialização dos dados obtidos com o processamento das imagens de satélite.

Este crescimento vem ocorrendo de forma isenta de grandes preocupações com os impactos ambientais que possam ser gerados em função da atividade em prática, uma vez que áreas com diferentes níveis de fragilidade ambiental, até mesmo em áreas que apresentam condições de restrições e/ou limitações de uso.

Autores como Ross (1994) e Crepani et al. (1998), têm suas propostas de metodologias de estudo de fragilidade ambiental e vulnerabilidade ambiental respectivamente, voltados para elaboração de "Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados, e "Zoneamentos Ecológico-Econômicos (ZEEs)", os quais fundamentam-se nos princípios do conceito de Unidade Ecodinâmica sob o prisma da Teoria Geral dos Sistemas.

Por outro lado, a proposta desenvolvida pelo Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE, através do modelo proposto por Crepani et al. (1998), tende a deixar os resultados dentro de uma média, não sendo adequadamente melhor para ser aplicado para a área de cerrado, uma vez que seu objetivo primeiro foi a elaboração de mapas de "Vulnerabilidade Natural à Erosão" subsidiando o "Zoneamento Ecológico-Econômico da Amazônia" definindo Unidades Territoriais Básicas (UTBs).

A partir do momento que se decide aplicar este modelo para o ambiente de cerrado, é necessário levar em conta algumas considerações como por exemplo: i) o clima não pode ser avaliado como na região amazônica, foco da pesquisa quando do desenvolvimento da metodologia. As chuvas do cerrado estão concentradas entre os meses de outubro a março, potencializando processo de erosividade; ii) considerar a variável uso da terra e cobertura vegetal com o mesmo grau de importância das demais variáveis, impossibilitando dimensionar a extensão dos impactos da ação antrópica.

Tais fatores serviram como motivadores pela escolha da proposta metodológica de Ross (1994), pois o cenário de uso da terra e cobertura vegetal com atividades agropecuárias na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, sinaliza para a necessidade de avaliar os níveis de fragilidade ambiental e/ou vulnerabilidade ambiental, a partir de análise integrada mediante formatação de um diagnóstico socioeconômico e ambiental.

Este diagnóstico deve reportar as relações de dependência e/ou sinergia entre os componentes físicos, bióticos e antrópicos. Buscando assim, compreender a estrutura e a dinâmica da região, como forma de subsidiar o planejamento ambiental e gestão do território no sentido de criar instrumentos técnicos legais que possam nortear de forma sustentável a expansão de atividades econômicas.

Neste contexto, a fragilidade ambiental naturais face as intervenções humanas para Ross (1994), é “maior ou menor em função de suas características genéticas”, uma vez que os diferentes componentes da natureza sejam submetidos a alterações (relevo, solo, vegetação, clima e recursos hídricos) comprometendo a “funcionalidade do sistema”, rompendo o estado de equilíbrio dinâmico do ambiente.

A fragilidade ambiental demonstra a capacidade que o ambiente natural possui quando submetido a intervenções, relacionada a fatores de desequilíbrio de ordem natural, a qual se expressa pela dinâmica do ambiente, como em “situações de elevadas declividades e alta susceptibilidade erosiva dos solos quanto antropogênica” (TAMANINI, 2008).

Desta forma, o cruzamento das diferentes informações multitemáticas possibilitará a geração de um prognóstico permitindo a espacialização de zonas com potencialidades e fragilidades para determinados tipos de uso. Partindo deste princípio é necessário ponderar quanto ao estudo da fragilidade ambiental no âmbito da fragilidade potencial e da fragilidade emergente.

A primeira é conceituada como fragilidade natural de um ambiente pelos seus elementos físicos naturais, baseada na declividade, potencial erosivo das chuvas e o tipo de solo, e a segunda além de considerar essas características físicas naturais, contempla também os diferentes graus de proteção das diferentes classes uso e cobertura vegetal (KAWAKUBO et al., 2005).

Estes estudos de fragilidade ambiental constituem em ferramentas de grande valia e estão sendo utilizadas por órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial, permitindo realizar a avaliação das fragilidades e potencialidades meio ambiente de forma integrada, mensurando as condições naturais com restrições e/ou limitações (KAWAKUBO et al., 2005).

Assim sendo, estes estudos referentes às fragilidades dos ambientes assumem grande importância ao planejamento ambiental. A identificação dos ambientes de fragilidades potenciais e emergentes proporcionam uma “melhor definição das diretrizes e ações a serem implementadas no espaço físico-territorial, servindo de base para o zoneamento e fornecendo subsídios à gestão do território” (SPÖRL e ROSS, 2004).

A metodologia proposta por Ross (1994), leva em consideração níveis hierárquicos de importância das variáveis analisadas na obtenção dos diferentes graus de fragilidade ambiental. Entre os procedimentos técnico-operacionais deste modelo, “a variável índice de dissecação do relevo é que vai determinar o grau de fragilidade ambiental de cada área analisada”. As demais variáveis utilizadas definem uma hierarquização através da definição dos coeficientes de

fragilidade. Já a variável de uso e cobertura vegetal irá definir através de seus índices as áreas onde o equilíbrio dinâmico foi rompido (SPÖRL e ROSS, 2004).

Segundo Cabral et al., (2011, p. 52), os procedimentos operacionais para a construção de um modelo de fragilidade ambiental exigem:

> estudos de relevo em termos de dissecação ou declividade, erodibilidade do solo, erosividade dos solos em relação à energia cinética das gotas de chuva, uso da terra e cobertura vegetal. Posteriormente, essas informações são analisadas de forma integrada, gerando um produto síntese que expressa os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas.

Observa-se atualmente a importância e crescimento nos estudos e pesquisas abordando o ambiente e suas potencialidades a partir da realização de análise integrada da paisagem. Neste cenário conta-se com auxílio de ferramentas e técnicas com base em Geotecnologias (Sensoriamento Remoto, Sistema de Informações Geográficas, Sistema de Posicionamento Global, Análise Multicritério) na geração de informação geográfica como forma de subsidiar gestão territorial e zoneamentos, conjugando ciência, inovações tecnológicas e conhecimento ambiental.

Muitos trabalhos no Brasil têm utilizado a Teoria Ecodinâmica, proposta por Jean Tricart (1977). O princípio da Ecodinâmica define um sistema como um conjunto de fenômenos que se inter-relacionam mediante fluxo de matéria e energia se processam por meio de relações em equilíbrio, mas que pode sofrer intervenções do homem, acarretando a geração de desequilíbrio. Estabelece diferentes categorias morfodinâmicas resultantes dos processos de morfogênese ou pedogênese.

A adoção destes princípios tornou possível uma postura de caráter dialético no que se refere a análise das partes, mas também de formular um diagnóstico do conjunto, um caráter de integralização do entendimento para os estudos de fragilidade ambiental como subsídio ao planejamento. Para Ross (1994, p. 65), “os estudos integrados de um determinado território pressupõem o entendimento da dinâmica de funcionalidade do ambiente natural com ou sem as intervenções humanas”.

Na compreensão de Ross (1994), a metodologia de trabalho para elaboração do Zoneamento Ambiental deve ser baseada no entendimento das características, assim como sua dinâmica ambiental natural e antrópica, com fins de integrar as diversas disciplinas científicas específicas através de uma “síntese do conhecimento acerca do objeto pesquisado”. Sendo assim, as funcionalidades entre as componentes físicos e bióticos, ocorrem da seguinte forma:

a) Solo – constitui-se em parâmetro para avaliar potencialidade agrícola (capacidade de uso) e auxilia na análise da fragilidade ambiental face às intervenções feitas pelo homem;
b) Índices de Dissecação (apropriado para análise utilizando nível de escalas pequenas e médias) /Declividade (apropriado para análise em escalas com maior nível de detalhes) constitui-se no entendimento da relação relevo/solo/rocha;
c) Pluviosidade – utilizada para análise da potencialidade agrícola como para avaliação do nível de fragilidade ambiental natural dos ambientes;
d) Vegetação/Uso da Terra/Manejo do Solo para Agricultura – define o grau de proteção do solo.

Estas categorias de informações trabalhadas de forma integrada possibilitam definir um diagnóstico dos diferentes níveis hierárquicos de fragilidade dos ambientes natural e antropizados.

Uma vez organizadas as variáveis ambientais, se estabelece uma hierarquia de fragilidade em função do estado de equilíbrio ou desequilíbrio do ambiente, sistematizando a atribuição de diferentes pesos (importância) para cada classe, variando de 1 a 5, representando o menor grau de fragilidade ambiental ao maior grau de fragilidade ambiental (muito fraca, fraca, média, forte e muito forte), sendo possível identificar quais áreas contêm restrições de uso (ROSS, 1994). Nesta metodologia é levado em consideração o agrupamento dos índices das variáveis e tendo o relevo (dissecação/declividade) como variável principal no processo.

A aplicação desta proposta metodológica na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO propicia a definição de diferentes níveis hierarquizados de fragilidade ambiental representando as Unidades Ecodinâmicas Estáveis (fragilidade potencial) e as Unidades Ecodinâmicas Instáveis (fragilidade emergente), possibilitando determinar as áreas com menor a maior potencial de fragilidade.

Estas questões ambientais assumem grande importância na análise do ambiente contribuindo para melhor entendimento da dinâmica de uso da terra e cobertura vegetal determinado pelo processo de desenvolvimento e as relações de apropriação do território.

2.5 Geotecnologias, Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP) integrada em Sistemas de Informação Geográfica (SIG)

A partir da década de 1970, a evolução das geotecnologias para produção de informações geográficas se mostraram como importantes ferramentas no auxílio à compreensão

do espaço geográfico, constituindo-se em técnicas para aquisição de dados sobre a superfície terrestre de extrema relevância para temas relativos ao uso e ocupação da terra, os quais são alvos de indagações científicas, acadêmicas, bem como de órgãos e instituições ligados a planejamento, ordenamento e gestão do território.

Para tanto, a geografia atual dispõe de grande diversidade de conteúdos e de métodos que tendem aumentar com o passar do tempo. Para entender estas mudanças, o geógrafo dispõe de importantes ferramentas de investigação, tais como: imagens de satélites com diferentes características técnicas, softwares e bases de dados geográficos, cuja utilização constitui um considerável desafio (PASSOS, 2016).

É diante desse quadro onde geotecnologias como Sensoriamento Remoto Orbital, Sistema Global de Posicionamento (GPS) e Sistemas de Informações Geográficas (SIG), apresentam-se como instrumentos poderosos para subsidiar a geração, armazenagem e modelagem de informações geográficas auxiliam as tomadas de decisões em planejamento, ordenamento e gestão do território.

No que tange ao sensoriamento remoto, este é compreende a uma tecnologia que permite obter imagens e outros tipos de dados da superfície terrestre, através da captação e do "registro da energia refletida ou emitida pela superfície". Propicia a obtenção de "informações da superfície terrestre de forma rápida, confiável e repetitiva" (FLORENZANO, 2002)**.**

Para ROSA, (2003), o sensoriamento remoto é entendido de maneira ampla como sendo a forma de obtenção de informações de um objeto ou alvo, sem que haja contato físico com o mesmo.

As primeiras imagens de sensoriamento remoto a nível orbital obtidas com o objetivo de aquisição de dados da superfície terrestre aconteceram no início da década de 1970 com o desenvolvimento da série de satélites do Programa Landsat pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) dos USA. Está em operação desde 2013 o satélite Landsat 8, Sensores OLI e TIRS, disponibilizadas pelo *United States Geological Survey (USGS)* e pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). Porém, esta tecnologia já havia sido utilizada com finalidades militares no período da Primeira e a Segunda Guerras Mundiais em plataformas não orbitais.

A partir deste projeto estadunidense surgiram outros sistemas de obtenção de dados sejam passivos ou ativos como os europeus, canadenses, asiáticos, sulamericanos, sul-coreanos, indianos e outros, a serviço do levantamento dos recursos naturais terrestres.

Isto resultou numa grande diversidade de satélites orbitais e suborbitais em operação produzindo imagens da superfície terrestre, utilização de diversificados sensores com diferentes

aplicações, tais como: sensores pancromáticos, sensores multiespectrais, sensores hiperespectrais, grande diversidade de resolução espacial, temporal, espectral e radiométrica, gerando uma oferta de produtos/imagens que atendem aos diversos segmentos de pesquisas.

Considerando a melhor relação entre o trinômio: custo-tempo-benefício com o propósito de auxiliar tomada de decisão, o desenvolvimento do presente estudo pautou-se na utilização das imagens de satélite Landsat 7 ETM+, Landsat 5 TM e Landsat 8 OLI, na produção de cartografia temática de uso da terra e cobertura vegetal datadas de 2000, 2010 e 2018, respectivamente, importante ferramenta ao inventário e monitoramento dos recursos naturais na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.

Após a realização da fase de inventário com base nas imagens de satélites, deu-se prosseguimento às atividades de validação dos dados a campo contemplados pela acurácia posicional e eficácia temática, para tal, utilizou-se o GPS de Navegação.

No que concerne ao posicionamento global na atualidade, o projeto Sistemas Globais de Navegação por Satélite (GNSS) possui dois sistemas globais em operação, o Sistema de Posicionamento Global (GPS) desenvolvido na década de 1970 pelo departamento de defesa dos EUA, e o Sistema de Navegação Global por Satélite (GLONASS) (sistema russo). Ainda, encontram-se em desenvolvimento outros três sistemas: o Sistema de Navegação por Satélite da União Europeia (GALILEO), o Sistema de Navegação por Satélite (COMPASS) (chinês) e o Sistema Regional de Navegação por Satélite da Índia - IRNSS.

Os sistemas GNSS oferecem posicionamento instantâneo e com alta precisão, além de possuírem grande capacidade de integração com outros sistemas, constituindo em fator de vantagem na estruturação de um banco de dados SIG, uma vez que a interface entre os dois sistemas permite uma maior velocidade na obtenção e sistematização dos dados georreferenciados constituindo-se na base geométrica para a análise espacial.

O sistema GPS constitui-se na modalidade mais difundida no mundo e foi utilizado na pesquisa para subsidiar o trabalho de campo. Para tanto, foi utilizado aparelho receptor do tipo GPS de Navegação, que possui precisão de posicionamento horizontal variando entre 3 e 5 metros, atendendo ao objetivo e escala trabalho adotada na representação dos fenômenos do território no âmbito da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO. Sua utilização neste projeto teve como finalidade a obtenção de informações e validação dos dados referentes a avaliação da exatidão posicional (acurácia posicional) e eficácia temática seguindo a metodologia proposta quanto ao Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) regulamentada pelo Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984, estabelecendo as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira.

A partir daí, todas as geoinformações adquiridas foram trabalhadas em ambiente SIG - Sistemas de Informações Geográficas, sistemas computacionais usados para armazenar e manipular informação geográfica com seus atributos (suporte para análise e modelação espacial dos fenômenos e banco de dados geográficos).

De acordo com Câmara e Medeiros (2003), são utilizados de três maneiras: i) Como ferramenta para produção de mapas [2]; ii) Como suporte para análise espacial dos fenômenos[3]; iii) Como um banco de dados geográficos com funções de armazenamento e recuperação da função espacial.

Estes componentes se relacionam de forma hierárquica, sendo que num primeiro momento, tem-se o nível mais próximo do usuário que é a "interface homem-máquina", o qual define como o sistema é operado e controlado, no nível intermediário, o SIG apresenta mecanismos de processamento espaciais, e no nível interno do sistema, um sistema de "gerenciamento de bancos de dados geográficos", controle do "armazenamento e a recuperação de dados espaciais e seus atributos" (CÂMARA e MEDEIROS, 2003).

Por conseguinte, a pesquisa na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO amparou-se no uso dessas geotecnologias, as quais tornaram-se instrumentos de subsídio a questões de planejamento e gestão do território, inspecionar e analisar, extensão territorial, localizações, estabelecer correlação de interesse do multiusuário.

Outro aspecto de relevância mediante a interação das geotecnologias, consiste na realização do equacionamento de situações ambientais como identificação e levantamento de áreas de riscos e de potenciais conflitos de utilização do território, elaboração de cenários com caráter prospectivo, definição de zoneamentos territoriais, informações indispensáveis no que diz respeito à utilização racional dos recursos naturais.

A análise multicritério consiste num método de análise espacial de forma integrada, possibilitando a construção de modelos "descritivos ou preditivos do território", em variadas escalas e aplicações. É amplamente utilizada devido a facilidade na integração dos dados com base em análise com múltiplos critérios, e pela disponibilidade de ferramentas nos softwares de geoprocessamento, podendo ser utilizados para implantar as etapas do processo de análise espacial a partir de combinações de variáveis. Porém, ressalta-se que a facilidade de uso da

[2] Segundo Câmara e Medeiros (2003), integram uma única base de dados, as informações espaciais provenientes de dados cartográficos, dados de censo e cadastro urbano e rural, imagens de satélite, redes e modelos-numéricos de terrenos.

[3] Segundo Câmara e Medeiros (2003), oferecem mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar, visualizar e plotar o conteúdo-base de dados georreferenciados.

Análise Multicritério para geração de modelos que apoiem a tomada de decisões não significa que "não se deve questionar o impacto das incertezas inerentes em dados utilizados na análise, que são uma parte integrante do método" (MOURA e JANKOWSKI, 2016).

A técnica de Análise Multicritério (AMC) integrada em Sistemas de Informações Geográficas (SIG) surgiu na década de 1960 como instrumento de apoio as tomadas de decisões considerando os diferentes critérios simultaneamente objetivando analisar uma situação complexa na geração de informação de síntese. Pode ser definida como um instrumento matemático que auxilia na comparação de diferentes possibilidades (ou cenários), fundamentadas em muitos critérios, com a finalidade de conduzir os tomadores de decisão para uma escolha mais assertiva.

Para tanto, os métodos multicritério conjugam aspectos objetivos (quantitativos) com subjetivos (qualitativos), permitindo "estruturar as dificuldades com um amplo número de predicados" (critérios de avaliação) que são estruturados para auxiliar as tomadas de decisões (PADILHA et al., 2014).

A modelagem de sistemas ambientais se classifica como "procedimento metodológico hipotético-dedutivo", por expressar a formulação a partir de configurações provenientes de hipóteses ou de explicações e inferências dedutivas. Os modelos simplificados estão direcionados para as categorias, sendo que a "inserção de valores específicos sobre as variáveis dos elementos e suas relações" vão definir características e comportamento de um caso específico e sua combinação na classe referenciada pelo modelo (CHRISTOFOLETTI, 1999).

A avaliação multicritério pode ser implementada num SIG através dos seguintes procedimentos:

i) O primeiro envolve a sobreposição booleana, em que os critérios são adaptados à lógica binária (0/1), em termos da aptidão, combináveis sequencialmente, através de operadores como a intersecção (AND) e a união (OR) (MOREIRA, et al., 2004).

ii) O segundo envolve a lógica fuzzy, combinação de critérios contínuos, através da normalização dos dados para uma escala contínua, como por exemplo 0 a 1, e da aplicação de pesos para obter média pesada. Para Ramos (2000) e Gonçalves (2007), este método diminui a subjetividade na tomada de decisão e é muito comum à sua utilização para padronizar (transformação de unidades de medidas diferentes numa única base de comparação) os fatores presentes num modelo multicritério (CABRAL, 2012).

Para além da utilização da metodologia de Análise Multicritério integrada em SIG, recorre-se também a aplicação do método de Processo de Análise Hierárquica (AHP), possibilitando a combinação de dados georreferenciados a partir da conjunção de diversos critérios. De acordo com Silva e Nunes (2009), este processo de tomada de decisão com base no modelo hierárquico de Saaty (1980), é baseado em um processo em que a escolha é feita por meio da lógica de compreensão par a par (*pairwise comparison*), em diferentes alternativas, sendo que tais alternativas influenciam de forma direta no processo da tomada de decisão e através da hierarquização, estas alternativas são comparados entre si, e são atribuídos um peso em função da importância relativa para cada um, resultando em uma escala de quanto uma alternativa predomina sobre a outra.

A busca de um modelo sustentável de desenvolvimento do território se apoia na necessidade de estruturação de uma base de dados multitemporal e multitemática cujo embasamento técnico-científico permita traçar um plano de gestão do território integrando aspectos socioeconômicos e meio ambiente. Desta forma, a modelação tem sido um caminho útil para testar hipóteses, teorias e princípios. Os modelos consistem em simplificações e generalizações da realidade, a partir das quais se podem fazer formulações mediante recurso e formalismo matemático (MORGADO, 2003).

Diante da ampla e diversificada aplicabilidade dos processos de modelagem, os quais são classificados quanto aos seus aspectos "metodológicos e funcionais (estatísticos ou econométricos); modelos de interação espacial; modelos de otimização e adequação (que envolvem programação linear, dinâmica, hierárquica e não-linear, assim como modelos de maximização de utilidades e modelos multicritérios de tomada de decisão); modelos integrados (modelos de gravidade, de simulação e de entrada-saída); modelos baseados em ciências naturais; modelos baseados em GIS e modelos baseados na cadeia de Markov" (BRIASSOULIS, 2000).

Com base nessas premissas de aplicação de técnicas de análise espacial e modelagem geográfica a partir da atribuição de pesos e critérios de forma hierárquica, adotou-se para a Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO, a aplicação da metodologia de Ross (1994), que possibilita a definição de zonas com níveis distintos de fragilidade potencial (considerando as características físicas do relevo, solo e precipitação) e a fragilidade emergente (considerando as características do relevo, solo, precipitação e o uso e cobertura vegetal), subsidiando tomadas de decisão para fins de planejamento do território.

A automatização da análise integrada busca facilitar uma visão de conjunto sobre as variáveis que reporta de forma integrada o território em estudo, possibilitando apontar suas

inter-relações espaciais no âmbito das unidades territoriais. Assim, estabelecendo critérios e hierarquias de decisão baseando-se nos objetivos preconizados, onde diferentes estratégias de avaliação sob os múltiplos critérios e resolução de conflitos podem ser utilizadas como ferramentas de suporte para a realização de um acurado diagnóstico.

Por conseguinte, a utilização destas geotecnologias (Sensoriamento Remoto, GPS, SIG, Análise Multicritério), possibilita gerar informações em modelos de síntese do território orientadas ao processo de regionalização a partir de um conjunto de intenções que permitem a diferenciação de características de proximidade, vizinhança e pertinência, porém mantendo simultaneamente os vínculos dinâmicos que a articulam a uma complexa rede integrada de unidades territoriais.

Ressalta-se também a importância do uso da ferramenta de Sistemas de Informações Geográficas na representação e no apoio para análise geográfica da informação de natureza estruturante e censitária da Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO favorecendo a objetividade das tomadas de decisões no referente a intervenções e investimentos. Para tanto, o uso desta ferramenta se situa em dois momentos:

i) *O nível de aquisição da informação* – a coleta de informação deve seguir um padrão para torna-la referenciável em unidades estatísticas. O apuramento de dados de momentos censitários precisos não só fornece elementos de decisão quanto ao futuro de uma unidade administrativa a partir de uma situação temporal precisa como possibilita o estudo da evolução da sua composição interna (HENRIQUES, 2008).

ii) *O nível de sistematização e representação de informação* - possibilitando caracterizar em linhas gerais sua organização socioeconômica e espacial, resultando muitas representações em mapas. Um mapa, pode representar um jogo de escalas, um jogo entre genérico e particular, revelando as assimetrias, as hierarquias existentes, a importância relativa dos lugares. A informação geográfica que lhe dá origem deverá exprimir, ainda que parcialmente, a identidade desses lugares, de um povo ou de uma paisagem (TENEDÓRIO, 2006).

Estes fatores mencionados propiciam a compreensão dos resultados obtidos a partir de análises que buscam entender processos e técnicas utilizados na sistematização dos dados, transformando-os em informações estruturadas, em função da combinação de variáveis demonstrando distribuições, tipologias, relações geográficas, espacial e temporal.

Verifica-se que a análise geossistêmica através do modelo bertrandiano se coloca como aporte na produção de diagnóstico e análise do objeto de pesquisa, consistindo em um instrumento facilitador do entendimento do espaço geográfico e sua dinâmica sob a ótica ambiental, geoespacial e antrópica, além de elementos de representação cartográfica, procurando entender a dinâmica do ambiente e suas inter-relações que caracterizam a organização do espaço.

3 MATERIAL E MÉTODO

3.1 Materiais

1) Informações Estruturantes *(mídia digital)*:

i) Cartografia de Base - Base Contínua-IBGE (2016) – Escala 1/100.000 (Limites Administrativos, Hidrografia, Rede Viária);

ii) Acervo fundiário (topografia e geodésia) – INCRA: Assentamentos; Certificação de Imóveis/Parcelas Públicas; Certificação de Imóveis/Parcelas Privadas (2019);

iii) Base de Dados SICAR - Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural/CAR - Cadastro Ambiental Rural (imagem de satélite).

2) Informações de Caráter Censitário: IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), IMB (Intituto Mauro Borges), MTE (Ministério do Trabalho e Emprego), RAIS (Relação Anual das Informações Sociais).

3) Cartografia de Suporte *(mídia digital):*

i) Solos: 1/1.000.000 – Projeto RadamBrasil – Fonte de dados - Agência Ambiental de Goiás, disponibilizada pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG;

ii) Geologia: 1/500.000 – Base de Dados-Suprintendência de Geologia e Mineração (SIC) - 2008, disponibilizada pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG;

iii) Geomorfologia: 1/500.000 – Base de Dados-Suprintendência de Geologia e Mineração (SIC) - 2006, disponibilizada pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás – SIEG;

iv) Aptidão Agrícola: 1/500.000 - MACROZAEE – SICAM/SEMARH/SEAGRO – Base de dados Macrozoneamento Agroecológico do Estado de Goiás - 2009.

4) Cartografia Derivada - Informações do Relevo:

i) Hipsometria e Declividade - Imagem *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM), dados com resolução espacial de 30 x 30 metros. Projeto de cooperação entre a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) e a *National Imagery and Mapping Agency* (NIMA), Departamento de Defesa dos EUA e Agências Espaciais da Alemanha e Itália, e disponibilizadas pelo *United States Geological Survery* (USGS).

5) Informações de Inventário - Imagens de Satélites:

i) LANDSAT-7 Sensor ETM+ (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) para a geração de informações datadas de 2000, órbita/ponto 223/071, 223/070, 222/071 - composição colorida RGB/543, resolução temporal de 16 dias e radiométrica de 8 bits, sua área de recobrimento contempla 185 x 185 km, disponibilizadas pelo *United States Geological Survery* (USGS);

ii) LANDSAT-5 Sensor TM (*Thematic Mapper*) para a geração de informações datadas de 2010, órbita/ponto 223/071, 223/070, 222/071 - composição colorida RGB/543, resolução temporal de 16 dias e radiométrica de 8 bits, sua área de recobrimento contempla 185 x 185 km, disponibilizadas pelo *United States Geological Survery* (USGS);

iii) LANDSAT-8 Sensor OLI (*Operacional Terra Imager*) para a geração de informações datadas de 2018, órbita/ponto 223/071, 223/070, 222/071 - composição colorida RGB/453 + Pancromática, resolução temporal de 16 dias e radiométrica de 16 bits, possui área de recobrimento contempla aproximadamente 185 x 185 km disponibilizadas pelo *United States Geological Survery* (USGS) (Quadro 01).

A partir das características técnicas dos produtos de sensoriamento remoto (INPE, 2018), afirma-se que:

a) As imagens que estão compeendidas na faixa espectral do visível entre os intervalos de 0,53 -0,59 μm, apresentam aplicações para análise em termos de quantidade e qualidade dos corpos de água, devido sua sensibilidade à presença de "sedimentos em suspensão" (INPE, 2018);
b) Nas faixas espectrais (visível) entre 0,63 - 0,69 μm contém aplicações para trabalhar com a vegetação verde, pois apresentam bom contraste com áreas de solo exposto, estradas e áreas urbanas. Permite efetuar "análise da variação litológica em regiões com pouca cobertura vegetal e mapeamento da drenagem através da visualização da mata galeria e entalhe dos cursos dos rios em regiões com pouca cobertura vegetal" (INPE, 2018);
c) Para os intervalos de 0,76 - 0,90 μm e 085 a 0,88 μm, os quais compreendem à faixa espectral do infravermelho próximo, apresenta aplicações para estudos de corpos de água permitindo o mapeamento da rede de drenagem e delineamento. A vegetação

verde, densa e uniforme, reflete muita energia nesta banda, aparecendo bem clara nas imagens, tem boa sensibilidade para estudos de morfologia do terreno e informações dos diferentes usos da terra (INPE, 2018);

d) Na faixa espectral infravermelho médio compreendida entre 1,55 - 1,75 μm, apresenta características para trabalhar com teor de umidade das plantas, utilizada para observar estresse na vegetação devido desequilíbrio hídrico, possui aplicação para diferenciação de solos arenosos, argilosos e umidade no solo (INPE, 2018).

Quadro 01 - Características Técnicas: Landsat 5-TM, Landsat 7-ETM+ e Landsat 8 OLI.

Satélites	**Bandas**	**(μm)**	**Resolução Espacial**
Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+	B3 (vermelho)	0,63 – 0,69	30 m
	B4 (infravermelho próximo)	0,76 – 0,90	30 m
	B5 (infravermelho médio)	1,55 – 1,75	30 m
Satélite	Bandas	(μm)	Resolução Espacial
Landsat 8 OLI	B3 (verde)	0,53 a 0,59	30 m
	B4 (vermelho)	0,64 a 0,67	30 m
	B5 (infravermelho próximo)	085 a 0,88	30 m
	B8 (pancromática)	0,50 a 0,68	15 m

Fonte: Adaptado – INPE, 2018.
Organização: A autora, 2019.

iv) Imagem Sentinel 2A e 2B – desenvolvido no âmbito do Programa da União Europeia Copernicus - *European Space Agency -ESA*, possui instrumentos de captura multiespectral, cenas 22LDK, 22LEK, 22LDJ, 22LEJ, 22LFJ, 22LDH, 22LEH, 22LFH, resolução espacial de 10 metros e temporal de 5 dias propicia a geração de geodados e geoinformações em múltiplas escalas (local, regional, nacional e internacional) (Quadro 02).

Quadro 02 - Características Técnicas: Sentinel 2.

Satélite	**Bandas**	**Comprimento de Onda (μm)**	**Resolução Espacial**
Sentinel 2A e 2B	B2 (azul)	0,490	10 m
	B3 ((verde)	0,560	10 m
	B4 ((vermelho)	0,665	10 m
	B8 (infravermelho próximo)	0,842	10 m

Fonte: Adaptado – ESA, 2018.
Organização: A autora, 2019.

As imagens Sentinel 2A e 2B foram utilizadas apenas como suporte no processo interpretação visual para auxiliar a pesquisa na confirmação de alguns alvos referente ao mapeamento do uso da terra e cobertural vegetal realizado mediante imagens do Landsat 8 OLI datada de 2018, com resolução espacial de 30 metros, o qual objetivou manter conformidade de características técnicas com as imagens dos sensores do Landsat 5 TM e Landsat 7 ETM+ utilizados nos recortes temporais de 2000 e 2010.

6) Dados climáticos: Série Histórica de 32 anos (1985-2017) – 19 postos pluviométricos que compõem a Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) - Agência Nacional das Águas (ANA);

7) Equipamento GNSS: GPS de Navegação - modelo Garmin GPS 76;

8) Softwares:
   i) SPRING® versão 5.5.5– disponibilizado pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), utilizado para a realização da etapa de Processamento Digital de Imagem (PDI);
   ii) ArcGIS® 10.6.1, licenciado para o Laboratório de Geoinformação da UFG – Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí, utilizado para a realização da etapa de Análise Espacial e Modelagem.

9) Padrão da Informação:

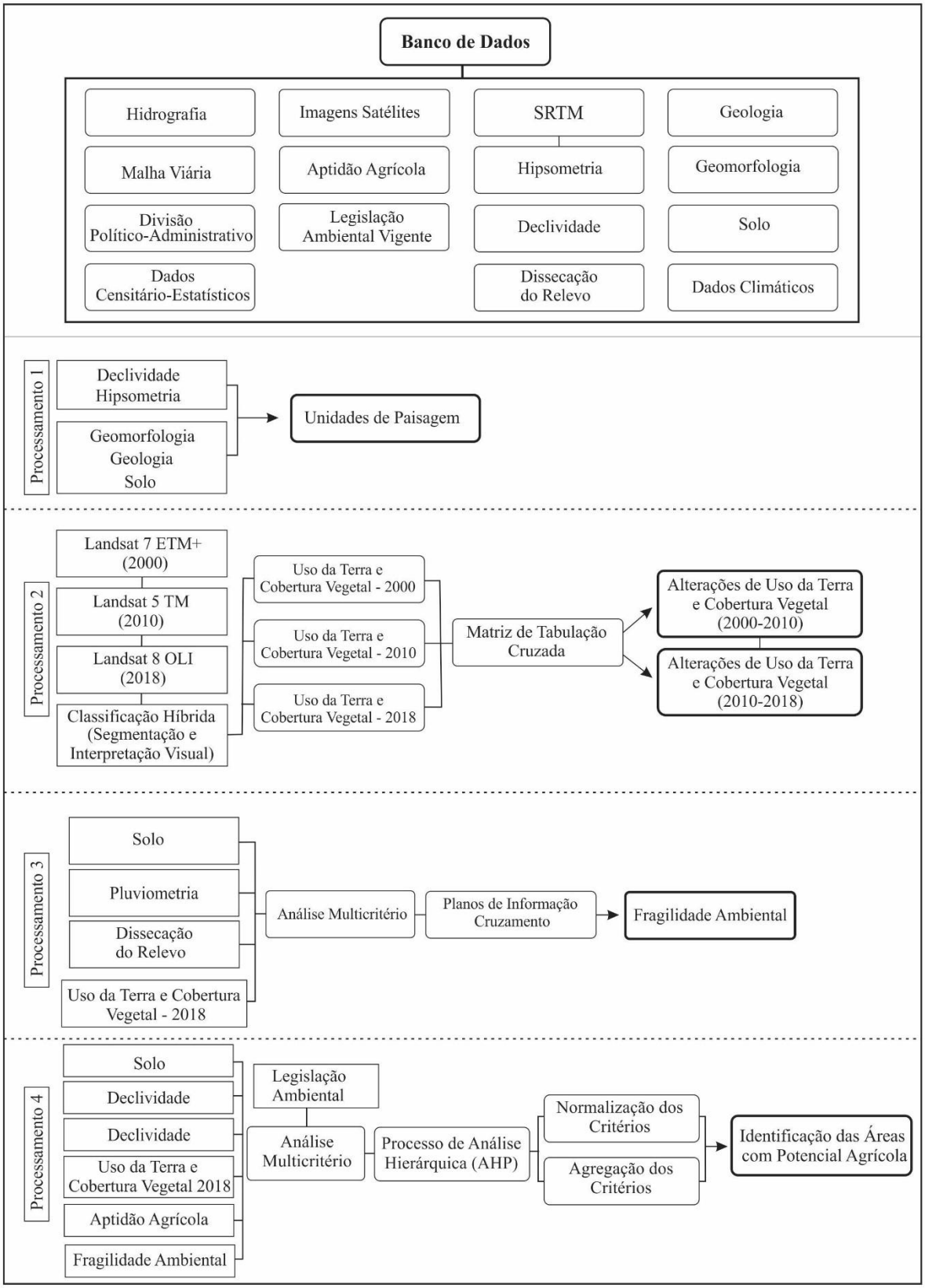
As informaçoes de cartografia temática foram construídas com base na estrutura de dados de *Input/Output*, obedecendo ao padrão de metadados: Datum Horizontal - WGS-84 e Sistema de Projeção – Universal Transversa de Mercator (UTM).

3.2 Procedimentos Metodológicos

3.2.1 Etapa I – Levantamento, Aquisição e Sistematização das Informações do Território

O desenvolvimento da pesquisa partiu de uma visão da relação natureza/sociedade numa perspectiva sistêmica, onde as relações e seu desenvolvimento são tratados como elementos integralizados, utilizando ferramentas de Sensoriamento Remoto - SR e Sistemas de Informação Geográfica – SIG. Neste contexto, a Figura 02 ilustra de forma sintética os procedimentos adotados para a área de estudo.

Figura 02 - Fluxograma de atividades operacionais da pesquisa.



Fonte: A autora, 2019.

De forma paralela foi realizada a sistematização de informações geográficas, produção de materiais cartográficos existentes reportando o meio físico e variáveis socioeconômicas,

organizados a partir do enfoque das categorias temáticas, produção de informações inventariadas multitemáticas com a utilização de imagens de satélite, análise de dados estatísticos, censitários de forma a obter uma visão geral do território.

A produção de cartografia temática foi elaborada com a utilização do *software* ArcGIS® licenciado para o Laboratório de Geoinformação da UFG – Universidade Federal de Goiás/Regional Jataí, resultando em mapeamento reportando: divisão político-administrativa, rede hidrográfica, rede viária, utilizando como fonte de dados a Base Contínua com nível de detalhamento na escala 1/100.000 com atualização datada de 2016.

Na sequência foram produzidas as bases de dados referentes a espacialização dos assentamentos rurais existentes com a finalidade de auxiliar na caracterização socioeconômica e ambiental, imóveis rurais "certificados públicos/privados" que compõem o Cadastro Nacional de Imóveis Rurais (CNIR) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, disponibilizados pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA).

E também informações concernentes à Legislação Ambiental vigente sobre Áreas de Reserva Legal (RL) e Áreas de Preservação Permanente (APP), as quas integram o Cadastro Ambiental Rural (CAR) e são disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR), cujo objetivo é a integração e gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais em âmbito nacional.

Na fase seguinte foram organizadas e confeccionadas as bases de cartografia temática de suporte (solo, geologia, geomorfologia, aptidão agrícola), utilizando-se a base de dados SIG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração – SIC (2008), e derivada (hipsometria, declividade, pluviometria), com base na Imagem SRTM/ Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), disponibilizadas pelo Sistema Estadual de Geoinformação de Goiás (SIEG).

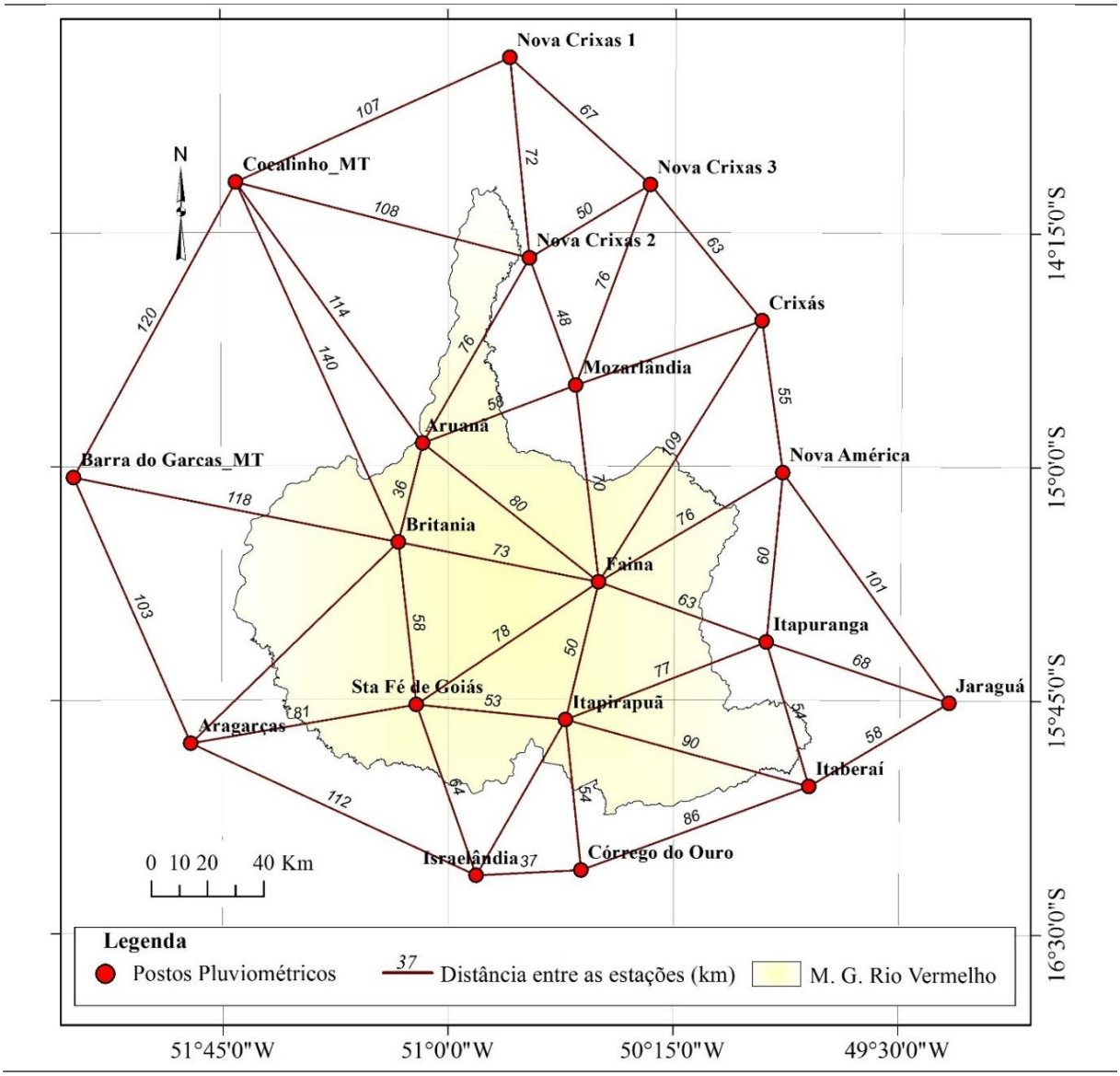
A elaboração de cartografia altimétrica está representada através do mapa de hipsometria contendo 9 classes com intervalos de 100 m, demonstrando uma variação de 230 m a 1.070 m de altitude.

Na representação das classes de declive definidas em função da classificação realizada pela Embrapa Solos (1979), destinadas para fins de característicasa de aptidão para a prática de agricultura. São denominadas: 0 – 3 % (relevo plano), 3 – 8 % (relevo suavemente ondulado), 8 – 20 % (relevo ondulado), 20 – 45 % (relevo fortemente ondulado), 45 – 75 % (relevo montanhoso) e > 75 % (relevo fortemente montanhoso), pssibilitando obter uma visão geral do território a partir das característicasa físicas ambientais.

A cartografia referente aos dados climatológicos, foi estruturada a partir da média pluviométrica compreendendo uma série histórica de 32 anos (1985 a 2017), provenientes dos

19 postos pluviométricos, contemplados pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) coordenado pela Agência Nacional das Águas (ANA) e operadas pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM) localizadas na área de estudo e no seu entorno (Mapa 02).

Mapa 02 - Espacialização dos postos pluviométricos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO e entorno.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Rede Hidrometeorológica Nacional - Agência Nacional das Águas – ANA, 2019.
Organização: A autora, 2019.

Os dados pluviométricos obtidos a partir da Rede Hidrometeorológica Nacional – Agêngia Nacional das Águas, foram processados com o interpolador determinístico *Inverse Distance Weighting (IDW)*. Segundo Landim (2000), "o peso dado durante a interpolação é tal que a influência de um ponto amostrado em relação a outro diminui conforme aumenta a distância ao nó da grade a ser estimado".

O IDW caracteriza-se como um interpolador determinístico e parte da suposição de que os pontos que se encontram mais próximos uns dos outros são mais parecidos do que aqueles que estão mais distantes, ou seja, são usados os valores dos pontos medidos no entorno do ponto a ser estimado com base na sua influência na amostra processada que diminui em função do aumento da sua distância.

Este interpolador apresenta as seguintes vantagens de uso de acordo com Landim (2000):

1) Algoritmo muito utilizado;
2) Encontra-se disponível em diversos *softwares*;
3) Apresesenta fidelidade aos dados originais (amostragem);
4) Utiliza pouco tempo de computação;
5) Muito utilizado na análise de "variações de pequena amplitude" entre os dados "irregularmente distribuídos";
6) Boa estimação para propósitos gerais.

O IDW constitui-se em um dos interpoladores mais utilizados entre os métodos de distância ponderada, este modelo assume que o raio de influência para cada amostra diminui a partir do aumento da distância em relação a outra amostra. No processo de interpolação, a ponderação diminui conforme "aumenta a distância entre a amostra e o nó da grade a ser estimado", desta forma os pontos amostrados que estão próximos ao nó a ser estimado, receberão peso maior do que os pontos amostrados de localização mais distante (LANDIM, 2000).

3.2.2 Etapa II – Processamento Digital das Imagens

O mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal multitemporal da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO foi confeccionado com a utilização de imagens dos satélites Programa Landsat -7 Sensor ETM + (*Enhanced Thematic Mapper Plus*) para a geração de informações datadas de 2000, Landsat -5 Sensor TM (*Thematic Mapper*) para a geração de informações datadas de 2010 e Landsat 8 Sensor OLI (*Operacional Terra Imager*) para a geração de informações datadas de 2018.

Os dados gerados para 2018, constituem uma informação de síntese atualizada, possibilitando ser incorporada como subsídio a ações estratégicas de tomadas de decisões, assim como estabelecer correlações com os cenários existentes nas duas datas anteriores.

Além do uso das imagens da série Landsat, utilizou-se também imagens do satélite Sentinel 2 e imagens do *Google Earth Pro*, como apoio na fase de identificação de alvos no mapeamento de uso da terra e cobertura vegetal atual (2018), tal fato justifica-se devido sua alta resolução espacial e radiométrica destes produtos, auxiliando na determinação de elementos da superfície.

As datas de aquisição das cenas utilizadas nesta análise tiveram uma variação entre os meses de março, abril, maio, junho, julho e dezembro, devido as diferenças do comportamento espectral dos alvos na imagem nos períodos chuvoso e estiagem, os diferentes estágios de desenvolvimento das culturas, e os níveis de cobertura de nuvens nas tomadas das cenas (Quadro 03).

A extração de dados/informações das imagens de satélite foi realizada por meio do processamento digital das imagens no *software*_Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas – SPRING® v.5.5.5 (INPE), sendo empregado a aplicação de um método de classificação supervisionado semi-automático através do processo de segmentação de imagem e pós-classificação pelo método de interpretação visual das imagens.

Este método de segmentação constitui-se em um processo automático consistindo em subdividir numa imagem as regiões homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, que melhor representam as feições presentes na cena (OLIVEIRA, 2002).

Quadro 03 – Datas das Imagens utilizadas na área de pesquisa.

Imagens - Ano - 2000	**Imagens - Ano - 2010**	**Imagens - Ano -2018**
222/071 – 06JUN2000*	222/071 – 12JUN2010*	222/071 – 02JUL2018*
223/070 – 13JUN2000*	223/070 – 03JUL2010*	223/070 – 09JUL2018*
223/071 – 15JUL2000*	223/071 – 03JUL2010*	223/071 – 09JUL2018*
*Imagens utilizadas no processamento.		
Imagens LANDSAT 8 utilizadas como apoio - Ano: 2018		
222/071	**223/071**	**223/070**
23JAN2018	14JAN2018	06MAI2018
28MAR2018	06MAI2018	04ABR2018
29ABR2018	16DEZ2018	16DEZ2018
Imagens SENTINEL 2 utilizadas como apoio - Ano: 2018		
22LDH – 21JAN2018	22LDJ – 20FEV2018	22LEH – 18JAN2018
22LEJ – 21JAN2018	22LEK – 21ABR2018	22LFH – 23JAN2018

Fonte: Serviço Geológico dos Estados Unidos – USGS (2018).

Adotou-se no processamento o método de segmentação por crescimento de regiões, consistindo em uma técnica de agrupamento de dados tendo como critério para efetuar o agrupamento, regiões espacialmente próximas, definindo limiares de similaridade (5) e o tamanho da área em pixels (500) para representar uma região segmentada resultando um produto classificado como imagem rotulada.

De acordo com o Manual de SPRING® (INPE, 2006), "o resultado é uma imagem rotulada, com cada região apresentando um rótulo (valor de nível digital)". Esta imagem rotulada passou por processo de conversão para o formato vetorial constituído de linhas e polígonos, possibilitando efetuar a interpretação visual os objetos na imagem.

Assim, a identificação dos objetos durante a interpretação visual decorreu de 4 princípios propostos por Henriques (2008), que são:

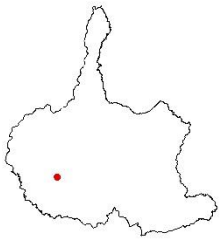
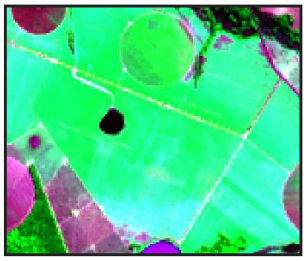
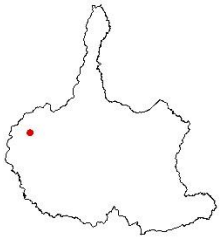
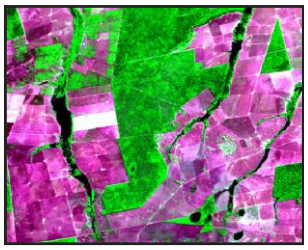
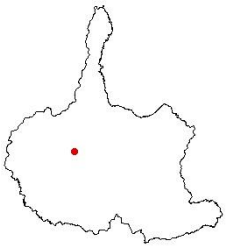
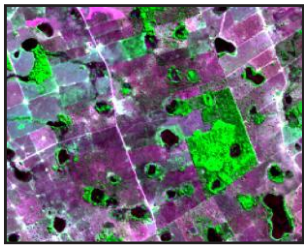
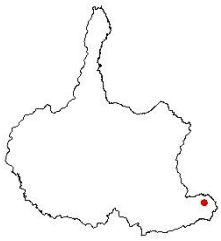
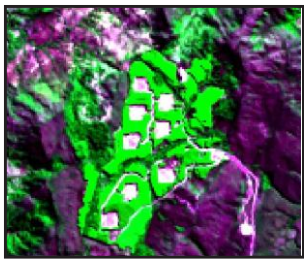
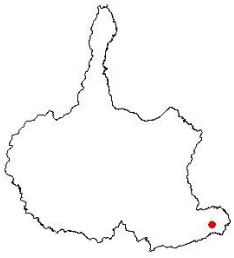
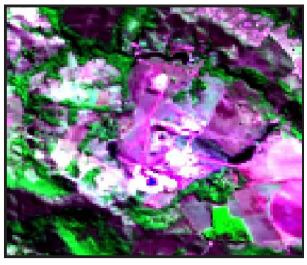
i) identificação dos objetos a partir de suas características básicas;
ii) a interpretação pela análise de relações e constatação de regularidades e pela dedução expressa em associações e correlações;
iii) a síntese expressa a partir da delimitação dos polígonos classificados com um determinado uso;
iv) o registro na base de "dados alfanumérica" da classe de uso de cada polígono delimitado.

Para tanto, considerou-se as características básicas dos elementos registrados nas imagens digitais de satélites, como: tonalidade/cor, forma, tamanho/dimensão, textura, elementos associados e local, ressaltando a importância da definição de uma legenda de informações passível de ser aplicada a todas as datas.

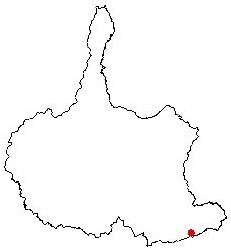
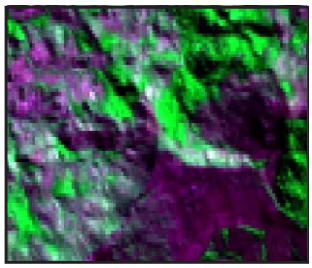
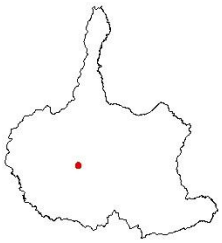
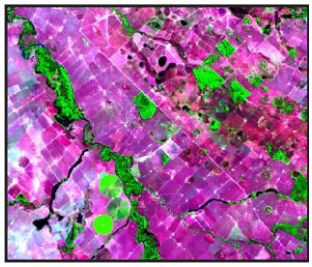
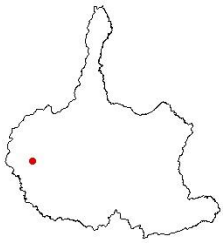
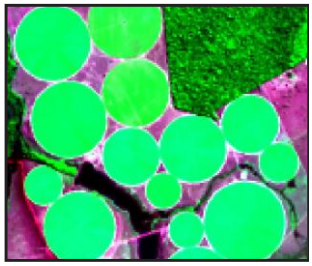
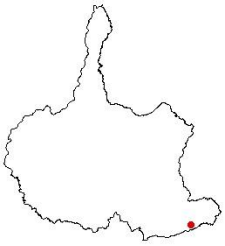
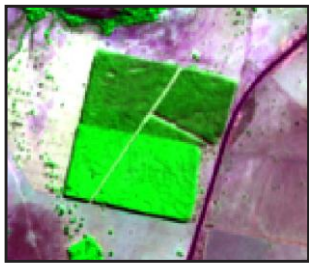
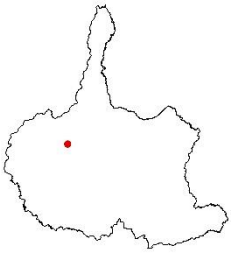
Estabeleceu-se então as seguintes classes temáticas de uso da terra e cobertura vegetal para o mapeamento em função do objetivo preconizado na pesquisa: 1: Agricultura Sequeiro; 2: Massa de Água Artificial; 3: Massa de Água Natural; 4: Granja; 5: Mineração; 6: Parque (SD- Serra Dourada); 7: Pastagem; 8: Pivô Central; 9: Silvicultura; 10: Urbano; 11: Vegetação Remanescente.

Para melhor compreensão dos parâmetros utilizados na definição das classes temáticas de uso da terra, elaborou-se um quadro, com a descrição dos elementos que as compõe e suas características que as individualiza (Quadro 05).

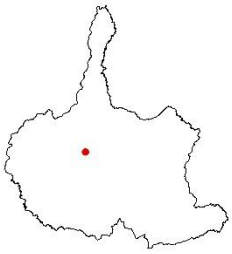
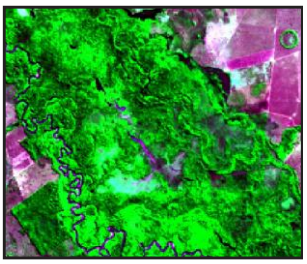
Quadro 04 - Descrição dos elementos que compõem a legenda de uso da terra e cobertura vegetal.

Classe de Uso da Terra	Posição Geográfica	Descrição da Classe	Imagem de Satélite Orbital
AGRICULTURA SEQUEIRO		Área de agricultura, apresentam formas regulares, textura homogênea, organizadas em talhões.	
MASSA DE ÁGUA (ARTIFICIAL)		Represas artificiais com a finalidade de atender a atividade de pecuária ou agricultura irrigada.	
MASSA DE ÁGUA (NATURAL)		Áreas úmidas naturais (área de depressão do Rio Araguaia).	
GRANJA		Instalações de uma granja cercada por plantação de eucalípto.	
MINERAÇÃO		Área atividade de movimentação de terra.	

Continua

PARQUE (SD)		Parque Estadual da Serra Dourada (Unidade de conservação Integral)	
PASTAGEM		Área com pastagem.	
PIVÔ CENTRAL		Agricultura irrigada por pivô central.	
SILVICULTURA		Áreas de com plantio de eucalipto, apresentam formas regulares, normalmente organizados em talhões.	
ÁREA URBANA		Área edificada com traçado ortogonal (Cidade de Britânia)	

Continua

VEGETAÇÃO REMANESCENTE		**Área com cobertura vegetal natural.**	

Fonte: Adaptado de Henriques, 2008.

A escolha por este método classificação supervisionado semi-automático no processamento das imagens em detrimento do uso da classificação automática de imagens está fundamentada em maior confiabilidade do nível de interpretação que se pretendia para a execução desta pesquisa, uma vez que constitui-se em fase de extrema importância na produção de cartografia temática de qualidade, apesar da existência do grande desenvolvimento dos métodos de classificações automáticas na atualidade.

3.2.3 Etapa III – Validação dos Dados

A produção de cartografia temática enquanto resultado da utilização das variadas fontes de informação e da aplicação de diferentes técnicas de aquisição de informação (interpretação visual, classificação automática supervisionada, classificação não supervisionada, utilização de diferentes algoritmos) influenciam diretamente nas características do produto gerado, juntamente com a qualidade da precisão de posicionamento cartográfico, inerentes à acurácia e eficácia dos dados (Mapa 03).

Diante desse quadro, o trabalho de foi dividido em duas (2) etapas para subsidiar a validação dos dados e/ou informações trabalhados, tais como a acurácia posicional[4], e validação da eficácia temática[5] do mapa de uso da terra e cobertura vegetal atual (2018).

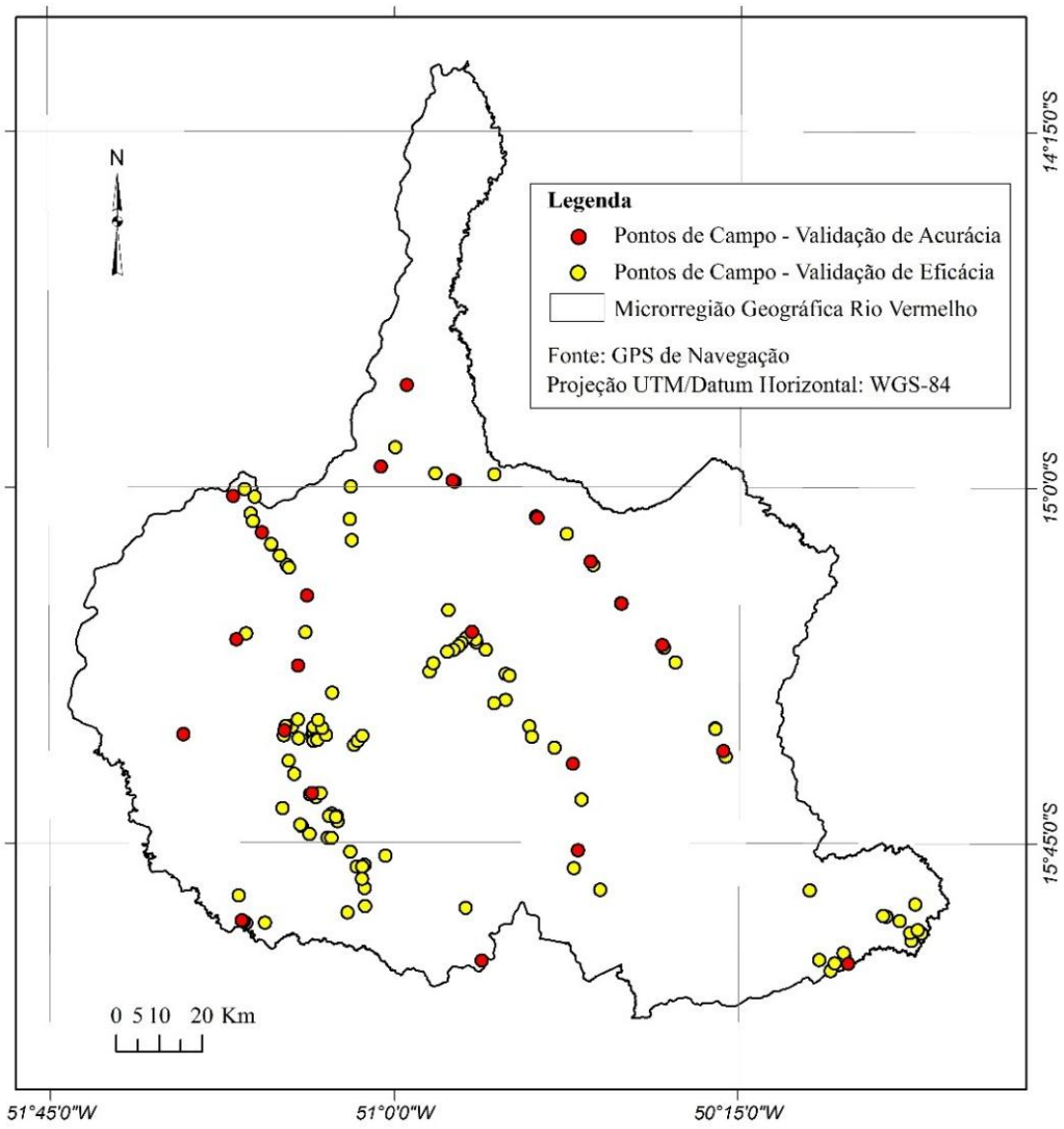
O trabalho de campo foi realizado para validação de informações, aquisição de dados georreferenciados pontuais com a utilização de GPS de Navegação, modelo Garmin GPS 76,

[4] Acurácia posicional é uma componente de qualidade faz referência a acurácia planimétrica e altimétrica do conjunto de dados. Refere-se a acurácia (proximidade) entre os valores de coordenadas observadas no produto cartográfico e os valores de coordenadas correspondentes no terreno, considerado como verdadeiro (IBGE, 2017).

[5] Eficácia temática refere-se à acurácia dos atributos de um conjunto de dados espaciais em relação à verdade do terreno (IBGE, 2017).

possibilitando a aquisição de pontos de controle (coordenadas geográficas) e registro fotográfico seguindo um roteiro previamente estabelecido.

Mapa 03 - Espacialização dos pontos de campo na validação da acurácia posicional e eficácia temática na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: GPS de Navegação – Projeção cartográfica UTM/WGS-84.
Elaboração: A autora, 2019.

Buscou-se estruturar um inventário espacializado do uso da terra e cobertura vegetal na área de estudo, a partir de dados qualitativos com a definição de alvos da superfície que compõem a legenda (Agricultura Sequeiro; Massa de Água Artificial; Massa de Água Natural; Granja; Mineração; Parque (SD); Pastagem; Pivô Central; Silvicultura; Urbano e Vegetação Remanescente), e dados quantitativos a partir da definição dos cálculos de área dos polígonos com seu determinado uso.

O processo de validação do material cartográfico temático digital produzido teve como referência o padrão de qualidade estabelecido pelo Padrão de Exatidão Cartográfica do Atributo Geométrico (PEC)[6], do Departamento de Ciência e Tecnologia da Diretoria de serviço Geográfico – Exército Brasileiro (DSG, 2011), e regulamentado pelo Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984 que determina as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Brasileira. Segundo Santos et al., (2010), a norma estabelece que "90% dos pontos bem definidos numa carta, quando testados no terreno, não deverão apresentar erro superior ao Padrão de Exatidão Cartográfica Planimétrico".

Neste sentido, foram realizadas duas etapas de visitas de campo. A primeira etapa de trabalho de campo foi realizada de 21/05/2018 a 24/05/2018 consistindo num ensaio técnico para levantamento, avaliação de metodologia e confirmação de dados tendo o município de Santa Fé de Goiás como unidade de planejamento, com objetivo balizar as atividades para as demais áreas que compõem a Microrregião Geográfica Rio Vermelho, totalizando 46 pontos de eficácia temática. A escolha do município como parâmetro basilar para a realização dos trabalhos de campo baseou-se num primeiro levantamento de geoinformações na microrregião, demonstrando que o município vem apresentando nos últimos anos mudanças significativas na sua paisagem mediante o aumento gradativo de áreas agrícolas irrigadas por pivô central e a transformação de fazendas tradicionais em grandes empresas agropecuárias.

A segunda etapa dos trabalhos de campo foi realizada no período de 18/03/2019 a 22/03/2019, totalizando 75 pontos de coordenadas de eficácia temática e 23 pontos com suas coordenadas reais, medidas no terreno (verdade de campo) (Apêndice A1), os quais foram comparados com os 23 pontos de coordenadas definidas no material cartográfico produzido (coordenadas da carta) (Quadro 05).

A utilização do padrão de exatidão cartográfica da planimetria dos produtos cartográficos digitais produzidos apresentam um erro médio de posicionamento em torno de 3,7 metros, permitindo classificar os produtos cartográficos gerados a partir da imagem orbital em cartas classe "A" de acordo com as exigências do PEC 14.

[6] PEC – Padrão de Exatidão Cartográfica é um indicador estatístico de dispersão, relativo a 90% de probabilidade, que defini a exatidão de trabalhos cartográficos. A probabilidade de 90% corresponde a 1,6449 vezes o Erro Padrão – PEC. O Erro-Padrão isolado num trabalho cartográfico, não ultrapassará 60,8% do Padrão de Exatidão Cartográfica (SANTOS et al., 2010).

Quadro 05 - Aquisição de pontos de controle para a acurácia posicional do material cartográfico.

Pto	Carta		Terreno		Indicador		
	E(m)	N(m)	E(m)	N(m)	ΔE	ΔN	Eplan
1	479624,14	8316258,74	479629,22	8316248,94	-5,08	9,80	11,04
2	477556,37	8299950,32	477564,15	8299948,44	-7,78	1,88	8,00
3	462405,20	8339488,79	462405,00	8339488,03	0,19	0,76	0,78
4	496863,18	8346343,19	496864,67	8346340,61	-1,49	2,58	2,98
5	474435,91	8284817,65	474439,62	8284816,47	-3,71	1,19	3,90
6	480841,79	8270169,49	480844,41	8270165,92	-2,62	3,58	4,43
7	464414,49	8240484,90	464414,00	8240484,02	0,48	0,87	1,00
8	520355,63	8231123,10	520355,00	8231123,02	0,63	0,08	0,63
9	533415,23	8334418,31	533413,16	8334416,34	2,07	1,97	2,86
10	541653,59	8277002,40	541655,65	8276998,39	-2,05	4,01	4,51
11	552985,98	8314351,25	552985,55	8314351,06	0,44	0,19	0,48
12	542850,53	8256811,46	542855,24	8256811,78	-4,71	-0,32	4,72
13	605837,68	8230352,98	605836,82	8230356,68	0,86	-3,70,	3,80
14	576767,02	8279984,61	576766,27	8279983,85	0,75	0,76	1,07
15	562484,80	8304677,34	562485,20	8304676,69	-0,39	0,65	0,76
16	513584,61	8343096,12	513588,06	8343092,05	-3,44	4,07	5,33
17	502915,206	8365395,49	502906,67	8365388,61	8,53	6,88	10,96
18	450816,95	8283939,27	450816,00	8283939,02	0,95	0,25	0,98
19	469096,35	8330993,81	469101,90	8330998,04	-5,55	-4,23	6,98
20	463157,23	8306048,07	463159,66	8306045,32	-2,43	2,75	3,67
21	545811,77	8324164,99	545810,85	8324164,85	0,91	0,14	0,92
22	542850,53	8256811,46	542855,24	8256811,78	-4,71	-0,32	4,72
23	518137,01	8307786,02	518137,11	8307786,02	-0,10	0,00	0,10

Fonte: GPS de Navegação – Projeção cartográfica UTM/WGS-84 Zona 22 S.

Para a validação das informações do mapeamento temático – 2018 foi elaborada uma matriz de erro e enquanto técnica estatística descritiva e o cálculo do índice kappa (Tabela 02) como técnica analítica, de acordo com Congalton (1991). Para tanto, utilizou-se o método estatístico do Coeficiente Kappa de Cohen (COEHN, 1960), de acordo com a equação 01. Como resultado obteve-se um nível de confiança dos dados da ordem de 94 %.

$$\kappa = \frac{N\sum X_{ii} - \sum X_{i+}X_{+i}}{N^2 - \sum X_{i+}X_{+i}} \quad (1)$$

Onde:

X_{ii} = concordância observada.

X_{+i} e X_{i+} = (produto das marginais), sendo a concordância esperada.

N = total de elementos observados.

Tabela 01 – Validação do uso da terra e cobertura vegetal em 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho.

Classes Temáticas	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C 9	C10	C11	Σ linha
Agricultura Sequeiro	**22**	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	25
Massa de Água Natural	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Massa de Água Artificial	0	0	**3**	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Granja	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	0	1
Mineração	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	0	1
Parque (SD)	0	0	0	0	0	**1**	0	0	0	0	0	1
Pastagem	2	0	0	0	0	0	**43**	0	0	0	0	45
Pivô Central	0	0	0	0	0	0	0	**27**	0	0	0	27
Silvicultura	0	0	0	0	0	0	0	0	**2**	0	0	2
Urbano	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**3**	0	3
Vegetação Remanescente	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**12**	12
Σ coluna	24	1	3	1	1	1	43	27	2	3	12	121
Σ Diagonal		116										
Σ (Linha*Coluna)		3.569										
Total do número de amostras		121										
Índice Kappa		0,94										

O resultado obtido no processo de aquisição de informação de uso da terra e cobertura vegetal da área de estudo, indica nível de acurácia de classificação como excelente de acordo com os valores de referência de Lands e Koch, (1977), como mostra o Quadro 06.

Quadro 06 – Nível de qualidade da informação de acordo com o Índice Kappa.

Qualidade	Valor Kappa
Pobre	<0,00
Ruim	0,00 – 0,20
Regular	0,20 – 0,40
Boa	0,40 – 0,60
Muito Boa	0,60 – 0,80
Excelente	0,80 – 1,00

Fonte: Lands e Koch, (1977).

Observa-se assim, que esta metodologia de verificação da exatidão posicional e a eficácia temática contribuem para a geração de um mapa de confiabilidade mostrando de forma eficaz sua exatidão.

3.2.4 Etapa IV – Modelagem Geográfica de Informações Multitemáticas

A modelagem conceitual dos dados em um SIG auxilia na tomada de decisão, pois funciona como um "filtro" que ajuda a extrair a informação relevante a partir de um grande e complexo volume de dados (BURROUGH et al., 1996).

Com base nas informações estruturantes, suporte, derivadas, inventário, assim como os dados censitários e de campo, foi estruturado e sistematizado o Banco de Dados Geográfico

Multifinalitário reportando informações, acerca do modelo de uso da terra e cobertura vegetal e a caracterização do meio físico.

Estas informações possibilitaram a produção de cartografia temática qualitativa e quantitativa, demonstrando a apropriação dos recursos naturais e procurando entender a complexidade e a diversidade com que se caracteriza o meio rural e suas sub-unidades territoriais, procurando estabelecer cenários prospectivos no suporte à tomada de decisão.

3.3 Matriz de Mudança

Com o intuíto de detectar as mudanças multitemporais na paisagem da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, foi elaborada a matriz de tabulação cruzada com base no mapeamento do uso da terra e cobertura vegetal multitemporal (2000, 2010 e 2018), tendo como suporte metodológico a proposta por Pontius Jr. et al., (2004).

Desta forma, objetivou-se realizar a avaliação das mudanças totais através de classes temáticas de acordo com dois pares de componentes, resultando na obtenção de valores de variação líquida e troca, bem como ganhos brutos e perdas brutas, retratando as transformações ocorridas no espaço geográfico provenientes das relações entre sociedade-natureza. Funcionando como ferramenta de auxílio neste contexto na identificação sinais de processos sistemáticos mediante padrões de mudança do uso da terra e cobertura vegetal.

Nesta proposta analisa-se o quantitativo de áreas persistentes nos dois intervalos distintos e as alterações, organizados de forma que os valores relacionados às classes no momento 1 são representados nas linhas, as classes no momento 2 representados nas colunas, e as áreas de persistências, em diagonal na matriz de forma descendente, sendo possível contabilizar as áreas de ganho e perda para as diferentes classes, através da soma da sua classe em cada linha e coluna com a subtração de sua permanência respectiva (PONTIUS Jr. et al., 2004).

No Quadro 08, Cij consiste na mudança do uso da terra e cobertura vegetal, "adimensional da Classe i para a Classe j", sendo as classes i nas linhas, correspondendo ao intervalo 1, as classes j nas colunas correspondendo ao intervalo 2; o Cjj correspondendo a persistência da classe; $\sum_{j=1}^{n} C_{1+}$ (equação 2a): na coluna Total momento 1 é o total da classe 1 no intervalo 1; $\sum_{j=1}^{n} C_{1+}$ (equação 2b): na linha Total intervalo 2 constituindo o total da classe 1 no intervalo 2; Área de Ganho bruto representando o total de classe na categoria j, C+1, pela diferença da persistência da classe Cjj; Área de Perda bruta representando o total das perdas

relativas para cada classe de uso da terra e cobertura vegetal i entre os intervalos 1 e 2, é calculado para cada classe por meio da diferença entre o total da linha e a persistência para a classe correspondente (PONTIUS Jr. et al., 2004; ; FERNANDES, et al, 2014; ALVES et al., 2018).

Para o cálculo da percentagem de classe (%C), a troca (Sj) e a alteração total, foram realizadas com base na utilização das equações 3, 4 e 5, conforme Quadro 07 (PONTIUS Jr. et al., 2004).

Quadro 07- Matriz de tabulação cruzada para a comparação de dois mapas em dois momentos distintos.

Momento 1	Momento 2				Total Momento 1	Perda
	Classe 1 (i)	Classe 2 (i+1)	Classe 3 (i+2)	Classe 4 (i+3)		
Classe 1 (i)	***C*11**	*C*12	*C*13	*C*14	$\sum_{j=1}^{n} C_{1+}$	$\sum_{u}^{i=1} C^{1+} - C^{11}$
Classe 2 (i+1)	*C*21	***C*22**	*C*23	*C*24	$\sum_{j=1}^{n} C_{2+}$	$\sum_{i=1}^{n} C_{+2} - C_{22}$
Classe 3 (i+2)	*C*31	*C*32	***C*33**	*C*34	$\sum_{j=1}^{n} C_{3+}$	$\sum_{u}^{i=1} C^{+3} - C^{33}$
Classe 4 (i+3)	*C*41	*C*42	*C*43	***C*44**	$\sum_{j=1}^{n} C_{4+}$	$\sum_{i=1}^{n} C_{+4} - C_{44}$
Total Momento 2	$\sum_{j=1}^{n} C_{1+}$	$\sum_{j=1}^{n} C_{2+}$	$\sum_{j=1}^{n} C_{3+}$	$\sum_{j=1}^{n} C_{4+}$	$\sum_{j=1}^{n} C_{ij} = \sum_{i=1}^{n}$ A$_T$	
Ganho	$\sum_{u}^{i=1} C^{1+} - C^{11}$	$\sum_{i=1}^{n} C_{+2} - C_{22}$	$\sum_{u}^{i=1} C^{+3} - C^{33}$	$\sum_{i=1}^{n} C_{+4} - C_{44}$		

Fonte: Adaptação de Pontius Jr. et al. (2004).

Para Pontius Jr et al. (2004), a maneira mais pragmática de analisar as mudanças do uso da terra e cobertura vegetal é obter mapeamento no momento 1 e momento 2, em seguida examinar as mudanças utilizando uma matriz de transição, identificar as transições mais importantes e os processos que geram as transições, equação 3.

(3) $$\%C_{i,t} = \frac{\sum_{j=1}^{n} C_{ij}}{A_T}$$

Onde: %*C i,t* : percentagem de classe i no momento t; $\sum_{j=1}^{n} C_{ij}$: somatório da classe específica;

AT : área total das classes em análise.

O Total em linha representa a quantidade de cada classe no momento 2 e o Total em coluna representa a quantidade de cada classe no momento 1. O ganho é a diferenças entre o total e a persistência da coluna e a perda é a diferença entre total de linhas e persistência. Sendo denominada de mudança líquida, a diferença entre os dois dados. Já o parâmetro troca representada por (Sj) é o total que correspondente a uma classe de uso da terra e cobertura vegetal que teve perda em uma determinada localização, mas obteve um ganho de área que equivale a mesma classe em uma localidade distinta (PONTIUS Jr. et al. 2004).

(4) $$S_j = 2\text{Xmin}\left(\frac{\sum_{j=1}^{n} C_{ij} - C_{jj}}{A_T} X\,100, \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij} - C_{jj}}{A_T} X\,100\right)$$, quando i = j

Onde:

$\frac{\sum_{j=1}^{n} C_{ij} - C_{jj}}{A_T}$ x 100: perdas, expressas em percentagem da área total;

$\frac{\sum_{j=1}^{n} C_{ij} - C_{jj}}{A_T}$ x 100: ganhos, expressas em percentagem da área total;

Ar = área total das classes em análise.

Para Pontius Jr. et al., (2004), a transferência de uma classe para uma outra classe (troca) ou uso da paisagem por diferentes classes (variação líquida) apresentam ligação entre as variáveis, seja por classes similares ou diferentes, equação 5.

(5) $$S_j = 2\text{Xmin}$$

Total de Mudança $$\left(\frac{\sum_{j=1}^{n} C_{ij} - C_{jj}}{A_T} X\,100 + \frac{\sum_{i=1}^{n} C_{ij} - C_{jj}}{A_T} X\,100\right)$$, quando i = j

3.4 Fragilidade Ambiental

Dentre as diferentes metodologias existentes para trabalhar com avaliação da fragilidade ambiental, para o presente estudo adotou-se em função da escala do nível de detalhamento, a proposta de Ross (1994), tomando como referência morfométrica a matriz dos Ìndices de Dissecação do Relevo, pautando-se na relação da densidade da rede de drenagem, "dimensão interfluvial média" (planimetria) e o "grau de entalhamento" dos canais da rede de drenagem (altimetria) na definição das hierarquias de influência de muito fraca a muito forte, como ilustra o Quadro 08.

Quadro 08 – Matriz de índices de dissecação do relevo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Densidade de Drenagem **Grau de Entalhamento dos Vales**	**Muito Baixa (1)** > 3750 m **> 15 mm**	**Baixa (2)** 1750 a 3750 m **3 a 15 mm**	**Média (3)** 750 a 1750 m **3 a 5 mm**	**Alta (4)** 250 a 750 m **1 a 3 mm**	**Muito Alta (5)** < 250 m **1 mm**
Muito Fraco (1) (< 20m)	11	12	13	14	15
Fraco (2) (20 a 40 m)	21	22	23	24	25
Médio (3) (40 a 80 m)	31	32	44	34	35
Forte (4) (80 a 160 m)	41	42	43	44	45
Muito forte (5) (> 160 m)	51	52	53	54	55

Fonte: Ross (1994).

Com base na proposta metodológia de Ross (1994), o mapeamento dos índices de dissecação do relevo foi estruturado de acordo com o quadro 09. Neste modelo a variável "índice de dissecação" do relevo determinará o grau de fragilidade ambiental da área analisada, sendo que as demais variáveis definirão uma hierarquização através de seus "coeficientes de fragilidade", sendo que a variável cobertura vegetal irá identificar através de seus índices as áreas onde o "equilíbrio dinâmico foi rompido" (SPÖRL e ROSS, 2004).

Quadro 09 – Níveis hierárquicos de índices de dissecação do relevo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Dissecação	**Níveis Hierárquicos**
11	Muito Fraca (1)
21 22 12	Fraca (2)
31, 32, 13, 23	Média (3)
41, 42, 43, 44, 14, 24, 34	Forte (4)
51, 52, 53, 54, 55, 15, 25, 35, 45	Muito Forte (5)

Fonte: Ross (1994).

Para tanto, a informação de mapeamento da "erosividade da chuva (fator *R*)" – que representa a capacidade que a chuva tem em erodir um determinado tipo de solo em detrimento da sua cobertura existente, foi calculado a partir da equação 6 estabelecida por Wischmeier e Smith (1978) e adaptato para as normas brasileiras por Lombardi e Moldenhauer (1977) apud Bertoni e Lombardi Neto (1999):

(6)

$$EI_{30} = 67,355 (r_2 / P)^{0,85}$$

onde:

EI_{30} = média mensal do índice de erosividade, em MJ. mm/(ha.h);

r = médias mensais de pluviosidade em mm;

Pp = médias anuais pluviosidade em mm.

Assim, os valores de erosividade na unidade MJ mm ha-¹ h-¹ ano-¹ para tn.mm.ha-¹.ano-¹ (sistema métrico internacional) passou por pocesso de conversão para o sistema métrico decimal, dividindo os valores em *megajoules* por 9,81. Desta forma, os valores obtidos de erosividade foram hierarquizados de acordo com as classes que variam de muito fraca (erosividade abaixo de 250 ton.m.mm/ha-¹h.ano-¹) a muito forte (erosividade acima de 1000 Ton.m.mm/ha.h.ano), adequando-se ao proposto por Carvalho (1994), como ilustra o Quadro10.

Quadro 10 - Classes de erosividade da chuva - média anual.

Erosividade (tn.mm.ha-1.ano-1)	Classes de Erosividade
R < 250	Muito Baixa (1)
250 < R < 500	Baixa (2)
500 < R < 750	Média (3)
750 < R < 1000	Alta (4)
R > 1000	Muito Alta (5)

Fonte: Carvalho (1994).

A produção da informação de erosividade foi subsidiada a partir do mapeamento dos dados de pluviosidade dos postos de pluviometria (19 postos) distribuídos pela área de estudo e seu entorno, conforme Quadro 11.

Quadro 11 – Níveis hierárquicos da pluviosidade na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Pluviosidade	Níveis Hierárquicos
< 1400 mm	Fraca (2)
1400 – 1500 mm	Fraca (2)
1500 – 1600 mm	Média (3)
> 1600 mm	Média (3)

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

A informação referente aos tipos de solos passou por um processo de reclassificação com base no grau de fragilidade, metodologia proposta por Ross (1994), a qual leva-se em consideração características como: textura, estrutura, plasticidade, nível de coesão das partículas e profundidade/espessura dos horizontes superficiais e subsuperficiais, conforme apresentado no Quadro 12.

Quadro 12 – Graus de fragilidade ambiental dos solos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Tipos de Solos	Fragilidade
Latossolos	Muito Baixa (1)
Argissolos	Média (3)
Cambissolos	Forte (4)
Plintossolos	Forte (4)
Gleissolos	Muito Forte (5)
Neossolos	Muito Forte (5)

Fonte: Adaptado de Ross (1994).

Segundo Ross (1994, p. 67), tais características estão diretamente relacionadas com relevo, litologia, e clima, elementos motores da pedogênese, e fatores determinantes das características físicas e químicas dos solos.

Com base na metodologia de Ross (1994) e Kawakubo (2005), determinou-se o parâmetro do grau de proteção aos solos em função do uso da terra e cobertura vegetal, sendo estabelecido assim, uma hierarquia de capacidade de proteção, conforme Quadro 13.

A modelação geográfica dessas informações planimétricas por meio do cruzamento dos *layers* dos níveis de Dissecação do Relevo e dos níveis de Erodibilidade dos Solos, resultando na definição de padrões de fragilidade ambiental representados pelas "Unidadades Ecodinâmicas Estáveis" (Instabilidade Potencial) (ROSS, 1994).

Quadro 13 – Graus de proteção do uso da terra e cobertura vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Classes	Grau de proteção
Mineração	Muito Baixa (5)
Agricultura Sequeiro/Irrigada	Baixa (4)
Pastagem/Silvicultura	Média (3)
Massa de Água /Granja/Parque_SD/Urbano/Vegetação Remanescente.	Alta (2)

Fonte: Adaptado de Ross (1994) e Kawakubo (2005).

Com base na proposta de Ross (1994), em seguida define-se os padrões das "Unidades Ecodinâmicas Instáveis" (Instabilidade Emergente), a partir do cruzamento da informação síntese proveniente da relação relevo/solo (Fragilidade Potencial), com o mapeamento de Uso da Terra e Cobertura Vegetal, considerando informações relativas a práticas conservacionistas (Fragilidade Emergente).

3.5 Identificação de áreas com potencial de uso agrícola - Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP)

É fato que o processo de apropriação do espaço geralmente ocorre de forma desordenada, acarretando ao longo do tempo, problemas de ordem social, econômico e ambiental, gerando impactos negativos em escala local e regional. A utilização das geotecnologias, enquanto ferramenta de produção e gerenciamento de informações geográficas, caracteriza-se como importante contribuição para o sistema.

Esta etapa consistiu na realização do processamento dos dados utilizando técnicas de modelagem geográfica como a análise multicritério e processo de análise hierárquica baseados

em modelos matemáticos, cuja integração permite caracterizar adequadamente as diferentes unidades territoriais, possibilitando a construção e análise de cenários espaciais no âmbito de cada município que compõem a Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.

A partir da escolha e aplicação deste procedimento metodológico, foi realizado o particionamento do espaço geográfico, reportando assim, diferentes níveis de potencialidades das áreas que apresentam aptidão para a expansão da atividade agrícola tecnificada gerando uma base de dados que pode auxiliar na formulação de estratégias e tomadas de decisão mais assertiva no âmbito regional.

Na perspectiva de Rodrigues et al. (2002), o processo de tomada de decisão de âmbito espacial e multicritério requer uma articulação entre os objetivos dos decisores e a identificação dos atributos necessários na determinação do grau em que esses objetivos serão atingidos. Os atributos são utilizados na performance em relação aos objetivos. Assim, é pertinente afirmar que a ponderação dos objetivos e atributos está correlacionada com o tipo de informação, e com a hierarquização dos mesmos. Na obtenção de um índice global os atributos e os objetivos variam de acordo com as necessidades e percepções dos decisores. Desse modo há também uma variação das ponderações dos mesmos dependendo dos referidos decisores. Tendo em conta que cada vez mais os sistemas de informação geográfica, são usados como apoio para a decisão de âmbito espacial (ANTUNES, 2012).

Na aplicação deste procedimento utilizou-se o processo de análise hierárquica (*Analytic Hierarch Process – AHP*), proposto por Thomas Saaty e desenvolvido na década de 1970, cujo objetivo é dividir a questão a ser resolvida em níveis hierárquicos de critérios (quantitativos e qualitativos), facilitando sua avaliação, assim como prover medidas de coerência no processo decisão.

O Processo de Análise Hierárquica (AHP), é uma ferramenta eficaz para lidar com tomadas de decisões complexas e pode ajudar o tomador de decisões a definir prioridades e tomar a melhor decisão. Ao reduzir decisões complexas a uma série de comparações aos pares e, em seguida, sintetizar os resultados, o AHP ajuda a capturar os aspectos subjetivos e objetivos de uma decisão. Além disso, o AHP incorpora uma técnica útil para verificar a consistência das avaliações do tomador de decisão, reduzindo assim o viés no processo de tomada de decisão (SAATY, 1980).

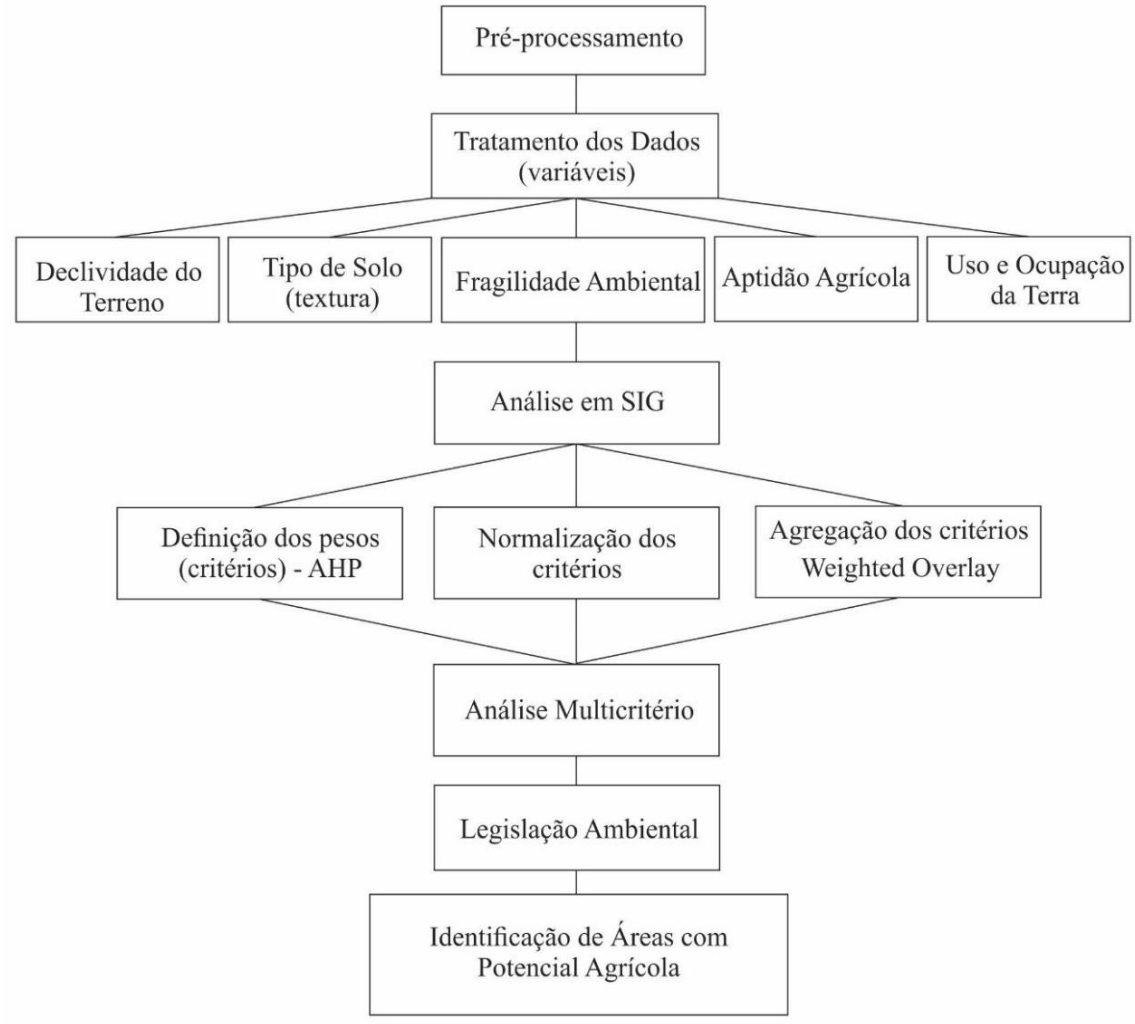
Para Saaty (2008), uma tomada de decisão deve ser feita de forma organizada afim de gerar prioridades, sendo necessário dividir a decisão em etapas, tais como:

i) Definir o problema e determinar a finalidade que se pretende obter;

ii) Estruturar a hierarquia de decisão a partir do topo com o objetivo da decisão e, em seguida, os objetivos de uma perspectiva ampla, através dos níveis intermediários (critérios dos quais os elementos subsequentes dependem) até o nível mais baixo (que geralmente é um conjunto de alternativas);
iii) Construir as matrizes de comparação aos pares;
iv) Usar as prioridades resultantes nas comparações para pesar as prioridades no nível imediatamente abaixo.

Com base nestes pressupostos, foi desenvolvido um modelo de SIG *raster* onde as variáveis ou fatores são processados mediante operações matemáticas ou lógicos, resultando em mapas contínuos, envolvendo a operacionalização de diferentes fases metodológicas, as quais estão ilustradas na figura 03.

Figura 03 - Fluxograma de atividades da aplicação da Análise Multicritério e AHP.



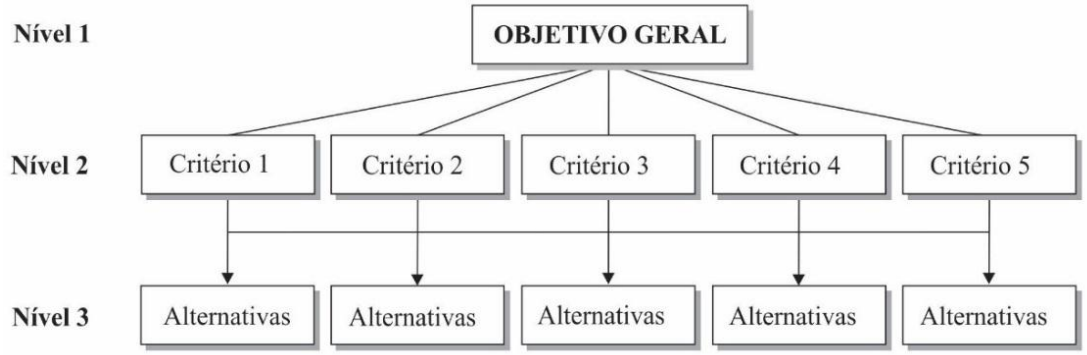
Fonte: A autora, 2019.

3.5.1 Implementação da Modelagem

A primeira fase deste procedimento consistiu na determinação da hierarquia dos critérios quantitativos e qualitativos, os quais são avaliados no processo de decisão a partir do estabelecimento de relações de comparação entre eles por meio da atribuição dos pesos, como propõem o método AHP de Thomas L. Saaty (1977).

É estabelecido uma hierarquia sistemática do objetivo geral da decisão (topo), em seguida, os objetivos de uma perspectiva ampla, através dos níveis intermediários (critérios dos quais os elementos subsequentes dependem) até o nível mais baixo (que geralmente é um conjunto de alternativas (WOLFF, 2008) (Figura 04).

Figura 04 - Fluxograma da estrutura do Processo de Análise Hierárquica – AHP.



Fonte: Adaptado de Wolff, 2008.

A metodologia apresentada foi aplicada na área de estudo por meio do estabelecimento de três níveis hierárquicos: o *nível 1* compreende ao objetivo geral de identificação de áreas que reúne potencial para atividade agrícola tecnificada; o *nível 2* compreende às variáveis (critérios) de informações geográficas (Fragilidade Potencial, Solo, Declividade, Aptidão Agrícola e Uso da Terra e Cobertura Vegetal), e o *nível 3* que corresponde às classes (subcritérios) de cada variável utilizada.

Com a hierarquização do problema estabelecido é feito uma análise em cada nível, onde os critérios ou alternativas são comparados de forma pareada, os quais irão condicionar a tomada de decisão, através de uma matriz de decisão quadrada (matriz recíproca), como ilustra equação 7:

$$a_y = \frac{1}{a_y} \quad \text{e} \quad a_y = 1 \qquad (7)$$

Onde se expressa pelo Quadro 14:

Quadro 14 - Matriz de comparação paritária dos critérios.

Alternativas	C_1	C_2	C3
C_1	**1**	Valor de importância do critério	Valor de importância do critério
C_2	1/ Valor de importância do critério	**1**	Valor de importância do critério
C3	1/ Valor de importância do critério	1/ Valor de importância do critério	**1**

Fonte: Adaptado de Saaty, 1980.

Saaty (1980), com a finalidade de fazer a normalização de todas as comparações par-a-par, propôs uma metodologia que utiliza uma escala de comparação de critérios alicerçada em uma escala de valores de 1 a 9, as quais expressam o grau de importância dos critérios e subcritérios (Quadro 15).

Quadro 15 - Escala de comparação de importância dos critérios.

1/9	**1/7**	**1/5**	**1/3**	**1**	**3**	**5**	**7**	**9**
Extremamente	Bastante	Muito	Pouco	Igual	Pouco	Muito	Bastante	Extremamente
Menos Importante					Mais Importante			

* 2,4,6,8 (São os valores intermediários).
Fonte: Saaty, 1980.

Na sequência, realiza-se a soma dos produtos de cada linha da matriz para obter os valores da prioridade relativa e efetuar a média de cada elemento da matriz pela ordem da coluna para fazer a normalização desses valores. Feita a normalização calcula-se o produto da matriz dos valores normalizados e os da prioridade relativa, através do método autovalor e autovetor (GOMES et al., 2009), a partir da equação 8:

$$\hat{A}\,\hat{w} = \lambda_{max}\,\hat{w} \qquad (8)$$

É comum na literatura a representação da relação Ax = cx do cálculo do autovetor e do autovalor representada por Aw = λmax w, onde w = (w1, w2 ..., w,) é o autovetor principal e λmax é autovalor máximo correspondente (WOLFF, 2008).

3.5.2 Análise de Consistência

O método AHP trabalha com a estruturação de problemas complexos a partir de "questões lógicas", "conhecimento científico", mas também com atributos humanos diante da solução de problemas ou tomadas de decisões (WOLF, 2008).

Em função das características humanas da sua subjetividade, aliados a deficiência de enxergar todos os detalhes de uma decisão complexa de forma holística no momento das comparações, assume-se algum grau de inconsistência nos julgamentos (WOLFF, 2008).

Para tanto, Saaty (1980) propõe a análise de consistência do julgamento por meio do cálculo do índice de consistência (*CI-Consistency Index*) para avaliar o "grau de inconsistência" da matriz pareada, sendo o valor medido de inconsistência máximo aceitável de 10 % e obtido a partir da equação 9:

$$CI = \frac{\lambda_{máx} - n}{n - 1} \qquad (9)$$

Segundo Wolff (2008), um fator superior a "10% de inconsistência" leva a acreditar que os julgamentos foram feitos de maneira aleatória, sendo necessário reavaliar os julgamentos. Sugere-se como exemplo, que para uma matriz com quatro elementos, a "inconsistência recomendada é de até 8% e para três elementos, 5%". Caso o valor de inconsistência ultrapassar estes parâmetros, sugere-se a revisão das avaliações para os pares, melhorando seu nível de consistência.

Para calcular a razão de consistência, Saaty 1980), propõe a utilização do índice de aleatoriedade (*RI-Random Index*)[7], como ilustra a Quadro 16.

Quadro 16 - Índice randômico Médio do AHP.

1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**
0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty (1991).

A utilização deste índice varia de acordo com o número de alternativas da matriz desejada, no caso a tabela apresenta uma ordem de 15. O cálculo é feito com base na equação 10:

$$CR = \frac{CI}{RI} \qquad (10)$$

A matriz será considerada consistente se o RC (razão de consistência) resultar num valor menor do que 0,1.

Para Ramos (2000), mesmo em se tratando de um método mais complexo e por vezes demorado, impõe uma interação para garantir um grau de consistência aceitável, ou seja, abaixo

[7] Esta tabela de Índice Randômico ou Índice Aleatória foi gerada a partir de experimentos realizados por Saaty e Mariano (1979 apud Wind e Saaty, 1980) com matrizes recíprocas aleatórias de várias ordens, com amostra de tamanho 500 para cada um deles (WOLFF, 2008).

de 0.1 ou 10%, pois os resultados e o próprio procedimento se adequam a problemas em que os critérios se encontram hierarquizados, expressando o processo de decisão (CABRAL, 2012). Entretanto, em caso de obtenção do valor da Razão de consistência superior a 0.1, sugere-se uma reavaliação da matriz de comparação para estabelecer novos julgamentos par a par.

A estruturação de um modelo em formato *raster*, em ambiente SIG a partir do cruzamento de informações geográficas possibilitou identificar e espacializar áreas com aptidão para prática de agricultura tecnificada, assim como áreas que reúnem características físicas ambientais com nível alto de fragilidade ambiental contendo restrições de uso, além de áreas com forte adequação para preservação.

As variáveis de informações geográficas utilizadas no processamento da modelagem reúnem dados provenientes do mapeamento temático e da produção de cartografia de síntese, realizados em fase anterior nas etapas: (1) Levantamento, Aquisição e Sistematização das Informações do Território, (2) Processamento Digital de Imagens e (4) Modelagem Geográfica de Informações Geográficas, fases em que foram desenvolvidas diferentes operações de análise espacial e modelagem geográfica.

Estas camadas de informações (variáveis) foram padronizadas em formato *raster* ou matricial (tamanho do pixel de 20 m) e por operação de reclassificação utilizando-se dos pesos de cada critério estabelecidos com a aplicação da análise multicritério e processo de análise hierárquica (AHP) por meio da matriz pareada, a fim de ficarem na mesma escala e serem comparáveis.

A utilização do modelo *raster* apresenta vantagens devido sua estrutura simples, a facilidade e eficácia das operações de sobreposição, a boa representatividade da grande variabilidade espacial e a facilitação das operações de modelação e simulação, uma vez que cada unidade espacial tem a mesma forma e tamanho (MATOS, 2008).

As premissas consideradas na realização do julgamento do grau de importância para cada subcritério na construção da matriz pareada foram:

1) A análise para a variável Solo foi efetuada com base nas características físicas e químicas, tais como a textura, profundidade, estrutura e também quanto ao seu nível de fragilidade ambiental, apresentando restrições para a exploração agrícola. Para tanto, as categorias como Cambissolos, Neossolos (Quartzarênicos/Litólicos), Gleissolos e Plintossolos apresentaram expressivos níveis de restrições. Em escala intermediária estão os Argissolos e por fim os Latossolos com maior potencialidade para a atividade agrícola, pois sua composição tem predominância de argila, característica estrutural do solo (Tabela 02).

2) A análise de julgamento dos subcritérios da matriz pareada para a variável Uso da Terra e Cobertura Vegetal – 2018 centrou-se num primeiro momento na priorização de áreas onde se constata a integração de uso agropecuário com relevo plano a suavemente ondulado, associados a categoria de solo com características físicas e químicas favoráveis à prática agrícola. No segundo momento focou-se na definição dos fragmentos de vegetação remanescentes como áreas de restrição para o uso agrícola, estabelecendo como meta sua conservação além de áreas protegidas (Tabela 03).

Tabela 02 - Matriz de comparação par a par das categorias de Solo.

Tipo de Solo	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	Autovetor	Peso (%)
Latossolos (1)	**1**	4	6	9	9	8	9	5,434	40%
Argissolos (2)	1/4	**1**	5	5	7	8	9	3,161	23%
Cambissolos (3)	1/6	1/5	**1**	5	5	7	8	1,732	13%
Plintossolos (4)	1/9	1/5	1/5	**1**	1	5	7	0,767	6%
Gleissolos (5)	1/9	1/7	1/5	1	**1**	2	5	0,611	4%
Neossolos_Q (6)	1/8	1/8	1/7	1/5	1/2	**1**	2	0,332	2%
Neossolos_L (7)	1/9	1/9	1/8	1/7	1/5	1/2	**1**	0,216	2%
Soma	1,88	5,78	12,67	21,34	23,70	31,50	41,00	13,680	100%

(Índice de Consistência (IC) = 0,0584), (Razão de Consistência (RC) = 0,0442)

Tabela 03 - Matriz de comparação par a par das classes de Uso da Terra e Cobertura Vegetal - 2018.

Uso da Terra e Cobertura Vegetal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	Autovetor	Peso (%)
Agric.Seq. (1)	**1**	1	1	1	9	9	9	9	9	9	9	4,048	23%
Pivô Central (2)	1	**1**	1	1	9	9	9	9	9	9	9	4,048	23%
Silvicultura (3)	1	1	**1**	1	1	5	9	9	9	9	9	3,143	18%
Pastagem (4)	1	1	1	**1**	5	5	7	5	5	9	9	3,195	18%
Vegetação (5)	1/9	1/9	1	1/5	**1**	1	1	1	1	9	9	0,864	5%
MAN (6)*	1/9	1/9	1/5	1/5	1	**1**	1	1	1	1	1	0,501	3%
MAA (7)*	1/9	1/9	1/9	1/7	1	1	**1**	1	1	1	1	0,460	3%
Granja (8)	1/9	1/9	1/9	1/5	1	1	1	**1**	1	1	1	0,474	3%
Mineração (9)	1/9	1/9	1/9	1/5	1	1	1	1	**1**	1	1	0,474	3%
Parque-SD (10)	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1	1	1	**1**	1	0,368	2%
Urbano (11)	1/9	1/9	1/9	1/9	1/9	1	1	1	1	1	**1**	0,368	2%
Soma	4,78	4,78	5,76	5,17	29,22	35,00	41,00	39,00	39,00	51,00	51,00	17,94	100

*MAN (Massa de Água Natural), *MAA (Massa de Água Artificial)

(Índice de Consistência (IC) = 0,0674), (Razão de Consistência (RC) = 0,0446)

3) A análise das diferentes tipologias do mapeamento de aptidão agrícola na atribuição de pesos baseou-se preferencialmente nas classes de práticas agrícolas que refletem um alto nível tecnológico. Tem-se um alto investimento de capital e em resultados provenientes de pesquisa para sistema de manejo, melhoramento e conservação das condições das terras e das lavouras (MACROZEE, 2009). O processo de mecanização encontra-se presente nas diversas fases operacionais da atividade agrícola (Tabela 04).

Tabela 04 - Matriz de comparação par a par das categorias de Aptidão Agrícola.

Aptidão Agrícola	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Autovetor	Peso (%)
1	**1**	4	5	7	7	9	9	9	9	9	9	9	9	6,566	35%
2	1/4	**1**	2	2	3	5	5	3	3	3	5	6	6	2,678	14%
3	1/5	1/2	**1**	1	3	5	5	3	3	3	7	8	8	2,406	13%
4	1/7	1/2	1	**1**	1	1	1	1	2	2	2	2	2	1,066	6%
5	1/7	1/3	1/3	1	**1**	3	2	3	3	3	3	6	6	1,542	8%
6	1/9	1/5	1/5	1	1/3	**1**	2	2	2	2	1	1	1	0,750	4%
7	1/9	1/5	1/5	1	1/2	1/2	**1**	1	1	1	1	1	1	0,593	3%
8	1/9	1/3	1/3	1	1/3	1/2	1	**1**	1	1	1	1	1	0,621	3%
9	1/9	1/3	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1	**1**	1	1	1	1	0,589	3%
10	1/9	1/3	1/3	1/2	1/3	1/2	1	1	1	**1**	1	1	1	0,589	3%
11	1/9	1/5	1/7	1/2	1/3	1	1	1	1	1	**1**	1	1	0,560	3%
12	1/9	1/6	1/8	1/2	1/6	1	1	1	1	1	1	**1**	1	0,518	3%
13	1/9	1/6	1/8	1/2	1/6	1	1	1	1	1	1	1	**1**	0,518	3%
Soma	2,62	8,27	11,13	17,5	17,5	29,0	31,0	28,0	29,0	29,0	34,0	39,0	39,0	19,00	100

(Índice de Consistência (IC) = 0,0699), (Razão de Consistência (RC) = 0,0448)

Legenda: Aptidão Boa para manejo C Regular B, e inapta A, (2) Aptidão Boa em B, Regular em C e Inapta em A, (3) Aptidão Boa em A, Regular em B e C, (4) Aptidão Boa em B, Regular em A e Inapta A em C, (5) Aptidão Regular no manejo B,C e Inapta no A, (6) Aptidão Regular para pastagem nativa, (7) Aptidão Regular para pastagem plantada, (8) Aptidão Restrita no manejo B,C e Inapta no A, (9) Aptidão Restrita para pastagem nativa, (10) Aptidão Restrita para pastagem plantada, (11) Área Urbana, (12) Massa de Água, (13) Terra sem aptidão.

4) Na análise para a variável Declividade levou-se em consideração o critério de mecanização como ponderação, sendo favoráveis as áreas com declive com até 20%, caracterizando um relevo plano, suave e suavemente ondulado (Tabela 05).

5) Para a variável fragilidade do ambiente foram considerados os diferentes níveis hierárquicos na microrregião resultante da aplicação da metodologia proposta por Ross (1994) em "Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e Antropizados" (Tabela 06).

Tabela 05 - Matriz de comparação par a par das classes de Declividade.

Declividade	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	Autovetor	Peso (%)
00 a 03 (1)	**1**	1	4	5	9	9	3,427	38%
03 a 08 (2)	1	**1**	4	5	6	8	3,141	35%
08 a 20 (3)	1/4	1/4	**1**	2	3	6	1,145	13%
20 a 45 (4)	1/5	1/5	1/2	**1**	2	2	0,656	7%
45 a 75 (5)	1/9	1/6	1/3	1/2	**1**	1	0,382	4%
> 75 (6)	1/9	1/8	1/6	1/2	1	**1**	0,324	4%
Soma	2,67	2,74	10,00	14,00	22,00	27,00	9,07	100%

(Índice de Consistência (IC) = 0,0243), (Razão de Consistência (RC) = 0,0196)

Tabela 06 - Matriz de comparação par a par das classes de Fragilidade Potencial.

Fragilidade Potencial	Muito Fraco	Fraco	Médio	Forte	Autovetor	Peso (%)
Muito Fraco	**1**	2	5	9	3,080	52%
Fraco	1/2	**1**	3	8	1,861	32%
Médio	1/5	1/3	**1**	3	0,669	11%
Forte	1/9	1/8	1/3	**1**	0,261	4%
Soma	1,81	3,46	9,33	21,00	5,87	100%

(Índice de Consistência (IC) = 0,0142), (Razão de Consistência (RC) = 0,0158)

Em seguida, a modelagem dos dados foi processada ambiente SIG no âmbito da análise espacial condicionada, recorrendo neste ao aplicativo *ModelBuilder* do ArcGIS® 10.6.1, o qual consiste num aplicativo que permite criar, editar e gerenciar modelos de representação simplificada e gerenciável da realidade. Esses modelos são fluxos de trabalho que agrupam sequências de ferramentas de geoprocessamento, alimentando a saída de uma ferramenta para outra como entrada. O *ModelBuilder* também pode ser pensado como uma linguagem de programação visual para a criação de fluxos de trabalho (ESRI, 2018).

Neste processamento foram atribuídos os pesos relativos a importância para cada uma das variáveis: fragilidade potencial (fator de ponderação 31%), solo (fator de ponderação de 24%), declividade (fator de ponderação 21%), Aptidão Agrícola (fator de ponderação 15%) e Uso da Terra e Cobertura Vegetal (fator de ponderação 9%) definidos pela análise multicritério e processo de análise hierárquica (AHP) (Tabela 07).

A integração das informações geográficas foi efetuada através do *Weighted Overlay* (*ArcToolbox – Spatial Analyst Tools – Overlay – Weighted Overlay)*, originando uma nova camada de informação com a aptidão para o parâmetro estabelecido, atribuindo pesos diferentes a cada uma das variáveis que o compõe (Figura 05).

Tabela 07 - Matriz de comparação par a par das variáveis ambientais.

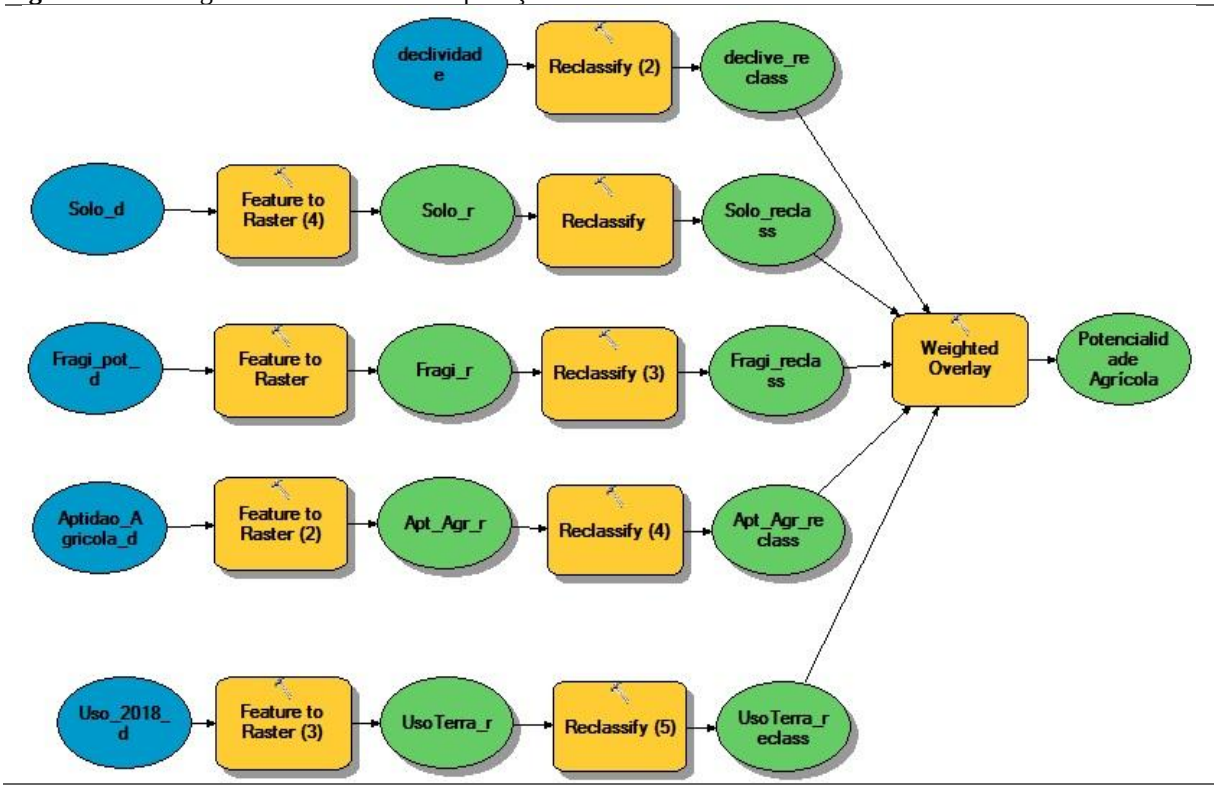
Variáveis	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	Autovetor	Peso (%)
Fragilidade Potencial (1)	**1**	1	1	3	5	1,719	31%
Solo (2)	1	**1**	1	2	2	1,320	24%
Declividade (3)	1	1	**1**	1	2	1,149	21%
Aptidão Agrícola (4)	1/3	1/2	1	**1**	2	0,803	15%
Uso e Ocup. da Terra - 2018 (5)	1/5	1/2	1/2	1/2	**1**	0,478	9%
Soma	3,53	4,00	4,50	7,50	12,00	5,47	100%

(Índice de Consistência = 0,0429), (Razão de Consistência = 0,0383)

O *Weighted Overlay* constitui-se numa ferramenta de sobreposição ponderada, a partir de várias camadas de informações em formato raster em que lhe é atribuído um peso de acordo com sua importância em função do objetivo estabelecido.

É uma ferramenta muito utilizada em definições de planejamento estratégico ligadas a questões de análise multicritério, tais como identificação de localidades e também modelos de adequação.

Figura 05 - Fluxograma de atividades da aplicação do *ModelBuilder*.



Organização: A autora, 2019.

Uma preferência atribuída na escala comum implica a preferência do fenômeno pelo critério. Os valores de preferência estão em uma escala relativa. Por exemplo, uma preferência de 10 é duas vezes mais preferida que uma preferência de 5. Os critérios de entrada são multiplicados pelos pesos e depois somados (ESRI, 2018).

A aplicação desta ferramenta de sobreposição é estruturada da seguinte forma:

i) As variáveis de informações (*raster* de entrada) são reclassificados, sendo atribuídos valores de entrada para uma escala de avaliação comum de adequação ou preferência, risco ou alguma escala similarmente normalizada;

ii) Multiplica os valores de célula de cada *raster* (*input*) de entrada pelo peso de importância do *raster*;

iii) Adiciona os valores da célula resultante para produzir o *raster* (*output*) de saída.

É oportuno detalhar que a aplicação do procedimento metodológico da análise multicritério e do AHP, expressa o grau de importância de cada critério e seu atributo, pois a análise de dados espaciais é uma análise técnica associada ao estudo de localizações de fenômenos geográficos juntamente com sua dimensão espacial e seus atributos associados, ponderando seus parâmetros em relação aos outros.

4 ASPECTOS HISTÓRICOS, SOCIOECONÔMICOS E A PAISAGEM NATURAL DA ÁREA DE ESTUDO

4.1 A Ocupação do Cerrado na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – Goiás

O cerrado brasileiro, constitui-se no segundo maior "Domínio Morfoclimático[8] do Brasil" (AB' SABER, 2003). Também se caracteriza como uma das savanas de "maior biodiversidade do mundo", sendo classificado como *hotspots*[9] (SAWYER et al., 2016). Contudo, este domínio morfoclimático, sofreu processo intenso de fragmentação da sua vegetação nativa ao longo de sua história decorrente da conversão das paisagens naturais em áreas de produção agrícola e pecuária.

A história do uso e ocupação da terra do Cerrado goiano remonta aos acontecimentos históricos dos colonizadores portugueses que chegaram no século XVII, nomeadamente aos tempos de exploração intensa das atividades de mineração do ouro (ouro de aluvião) no século XVIII (DIAS, 2008), sendo que a dinâmica desse processo de ocupação seguiu o padrão nacional que foi o deslocamento no sentido L/W e S/N (ESTEVAM, 1998).

O processo de ocupação teve início no período de 1725 a 1731, a partir da formação dos primeiros arraiais do ouro. O arraial de Sant'Anna fundado por Bartolomeu Bueno da Silva, passando posteriormente a ser chamada de Vila Boa atualmente denominada cidade de Goiás, foi o primeiro a ser formado nas proximidades do Rio Vermelho e a vários outros núcleos de urbanização decorrente da exploração do ouro, como por exemplo o arraial Meia Ponte às margens do Rio das Almas, sendo acompanhado do crescimento populacional.

O processo inicial de ocupação conduziu ao extermínio de índios (Caiapós e Goyases mais próximos da Serra Dourada e Karajás às margens do Rio Araguaia), principalmente ao longo do período da mineração, com os Caiapós resistindo em guerra por 50 anos (ESTEVAM, 2004; PALACÍN; MORAES, 2008; TEIXEIRA NETO, 2014, OLIVEIRA, 2017).

Neste cenário, destaca-se o processo de uso ocupação da terra ao longo da "bacia hidrográfica do Rio Vermelho, com importantes áreas para mineração, com lavra de ouro sobre os *greenstone belts*, das metaultramáficas e granitos para revestimento, seixos rolados e areia para construção civil e argila" (VIEIRA et al., 2014).

---

[8] No Braasil, os cerrados e cerradões se repetem por toda parte no interior e nas margens da area nuclear do dominio morfoclimático regional. As variacoes fl oristicas dizem respeito muito mais aos tipos de fl orestas-galeria do que propriamente aos padroes de cerrados e cerradoes dos interflúvios (AB'SABER, 2003).

[9] "Reconhecido como um *hotspo*t global de biodiversidade, o Cerrado destaca-se pela abundância de espécies endêmicas, abrigando 12.070 espécies de plantas nativas catalogadas. A grande diversidade de habitats resulta em transições notáveis entre as diferentes tipologias de vegetação. Um total de 251 espécies de mamíferos vive no Cerrado, juntamente com avifauna rica compreendendo 856 espécies. A diversidade de peixes (800 espécies), répteis (262 espécies) e anfíbios (204 espécies) também é elevada" (Sawyer et al. 2016).

A atividade mineratória chega no seu auge em 1750, e a partir daí tem início um longo período de declínio da atividade, que se deu com gradual queda do rendimento. Segundo Chaul (1997), o quinto do ouro passou de 40 arrobas em 1753 para 8 arrobas em 1788 e cai para 0,5 arroba em 1823. As razões apresentadas para justificar o declínio da mineração são "em função do esgotamento dos aluviões e do caráter da organização produtiva escravista utilizada na exploração geral das jazidas" (ESTEVAM, 1998).

Paralelamente à exploração do ouro, a prática da pecuária e agricultura durante este período tinha como finalidade a alimentação basicamente de subsistência das pessoas que estavam envolvidas com a atividade mineratória. Para Neiva (1984), na época do ouro nesta região, as pessoas que tinham suas atividades envolvidas com a mineração tentaram diminuir os seus custos. Assim, passaram a cultivar os produtos que mais necessitavam para alimentação. Esta prática representou um marco no processo de transição entre a atividade mineratória e a inserção da agropecuária na região.

Com a redução das atividades mineratórias, Goiás teve na agropecuária uma atividade de sustentação, propiciando o desenvolvimento do mercado interno. De acordo com Chaul (1997), depois que a "atividade aurífera deixou de ser o principal produto da economia goiana, um processo de êxodo aurífero fez com que um forte contingente populacional passasse a se dedicar à agricultura e pecuária".

Assim, durante as primeiras décadas do século XIX começaram a surgir fazendas regulamentadas em "regime fundiário de posse", predominando a formação de "propriedades com caráter de latifúndios", com uma pecuária de produção que foi crescendo de forma lenta, mas passando a gerar riquezas, tendo a seu favor condições naturais favoráveis e custos menores de investimento. Palacín e Moraes (2008), ressaltam que a "atividade pecuária alcançou relativo êxito", não só pela existência de boas pastagens, mas porque o gado se conduzia ao mercado consumidor, vencendo as distâncias (OLIVEIRA, 2017).

Neste contexto, o povoamento na região da rodovia GO-164, denominada como "Estrada do Boi", ocorreu por volta de 1726, data de formação do arraial de Sant'Anna, hoje cidade de Goiás. Após esse período, iniciaram-se pequenos núcleos de povoamento urbano como por exemplo Leopoldina fundada em 1850 no vale do Araguaia, hoje Aruanã, porém se manteve em estado de isolamento durante o século XIX (BARREIRA, 1997).

Tendo como motivação a atividade de pecuária, nas últimas décadas do século XIX e início do século XX, houv uma corrente migratória para Goiás originários do Maranhão, Pará, Bahia, Minas Gerais e São Paulo na busca de terras para expansão das plantações de café. Esta região passou a ter um processo de ocupação territorial efetivo só a partir do início da década

de 1950 com a vinda de novos pioneiros. Tal fato, acontece em função da motivação que não era mais a exploração aurífera, mas a criação de gado (BARREIRA, 1997).

Na busca por desenvolvimento, o processo de apropriação do solo no norte e noroeste goiano acontece num primeiro momento, a partir da década de 1950, com a ocupação dos espaços vazios e de terras devolutas, começando sua incorporação no processo produtivo. Segundo Barreira (1997), aconteceu naturalmente a criação de uma estrutura econômica no norte e médio-norte de Goiás, assentada principalmente na pecuária.

Tem-se neste período a construção de Brasília e de grandes rodovias ligando-a às principais capitais do país, intensificando-se na década de 1960, fazendo diminuir o isolamento do estado de Goiás dos grandes mercados consumidores e simultaneamente estimulando a produção agropecuária.

Num segundo momento, durante a década de 1960, a região recebe um grande fluxo de fazendeiros e pecuaristas provenientes do sul de Goiás, Minas Gerais e de São Paulo. Barreira (1997), afirma que esta leva de pecuaristas vai se diferenciar dos primeiros pioneiros porque eles não mais procuram a região com intenção de fazer a vida, mas para reinvestir capitais, produto de uma acumulação já realizada em suas regiões de origem.

Durante as décadas de 1970 e 1980, terceiro momento de ocupação, a rodovia GO-164 teve relação direta com a integração da região com os mercados e acesso à região sul do estado. Outro fator relevante é que as propriedades rurais regionais caracteristicamente grandes, passaram a duplicar suas áreas de pastagens e no final da década de 1970 já se encontram quase que totalmente formadas. Equivalendo afirmar que o processo de formação destas pastagens corresponde a um outro processo inevitável denominado “desmatamento sistemático” (BARREIRA, 1997).

De acordo com Barreira (1997), no final da década de 1970 e início da década de 1980, percebe-se uma redução no ritmo da atividade de pecuária na região. Mesmo em ritmo mais lento, as áreas destinadas à atividade de pecuária continuam aumentando gradualmente, substituindo espaços antes ocupados por matas e florestas, revelando processo intenso de desmatamento sem qualquer adoção de critérios e sistemas de manejo que pudessem contribuir em ações menos impactantes.

Constata-se também que ainda na década de 1980, houve nos municípios de Aruanã e Goiás a diminuição da área de pastagem em detrimento do aumento da área destinada à prática da lavoura, significando que pode ter havido uma tentativa de diversificação da produção, apoiando-se na modernização da agricultura (BARREIRA, 1997).

Outro aspecto, refere-se ao fato da região norte de Goiás ter sido contemplada pelo Programa de Redistribuição de Terras e de Estímulo à Agroindústria de Norte e Nordeste (PROTERRA) associado ao I Plano Nacional de Desenvolvimento (PND) do governo federal. Por meio do programa PROTERRA fez-se implantação e melhoria de estradas, como a pavimentação da rodovia Belém-Brasília. O programa tinha dentre as suas finalidades, o assentamento de pequenos produtores, porém, verificou-se que a maior parcela de verbas foi destinada a médios e grandes e a distribuição de terras para os pequenos foi desprezível (ESTEVAM, 1998).

A partir de 1990 e intensificando-se em 2000, observa-se que a região se insere num contexto de pleno desenvolvimento da atividade pecuária com pastagens plantadas, porém observa-se que a região começa a imprimir novas mudanças de usos da terra.

Estas mudanças indicam novas tendências no modelo de desenvolvimento regional quebrando a hegemonia da pecuária na região e começa a interagir com outros sistemas, tais como: atividades de confinamentos, construção de frigoríficos e desenvolvimento de uma agricultura para fins comerciais com o uso de sistema de manejo de agricultura irrigada por pivô central para cultivo de soja, feijão, milho, entre outros, propiciando aumento considerável da produção e a possibilidade de produzir mais de uma safra/ano, sinalizando indícios de novos usos e ocupação da terra e arranjos espaciais.

Afirmações estas corroboradas a partir de informações provenientes do levantamento de aparelhos de pivô central, realizado por Martins, Soares e Moraes (2019), onde a microrregião do Rio Vermelho teve aumento de 12 para 249 pivôs centrais em 1988 e 2018 respectivamente. É possível observar que, apenas no município de Jussara ocorre um aumento de 10 para 120 pivôs em um intervalo de 30 anos, como ilustra a Tabela 08.

Tabela 08 - Levantamento de pivôs centrais nos anos de 1988, 1998, 2008 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Microrregião Rio Vermelho	**1988**		**1998**		**Taxa (%) 1988/1998**	**2008**		**Taxa (%) 1998/2008**	**2018**		**Taxa (%) 2008/2018**
	Qtde	**Área**	**Qtde**	**Área**		**Qtde**	**Área**		**Qtde**	**Área**	
Araguapaz	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Aruanã	0	0	1	120	-	8	1000	733	12	1450	45
Britânia	0	0	2	280	-	9	1050	275	28	2950	181
Faina	0	0	0	0	-	0	0	-	0	0	-
Goiás	0	0	7	450	-	19	1000	122	29	1450	45
Itapirapuã	0	0	6	510	-	6	510	0	8	800	57
Jussara	10	1160	47	5410	366	74	7100	31	120	13300	87
Matrinchã	0	0	14	1300		17	1520	17	23	1900	25
Santa Fé de Goiás	2	250	2	250	0	13	1500	500	29	3450	130
TOTAL	**12**	**1410**	**79**	**8320**	**490**	**146**	**13680**	**64**	**249**	**25300**	**85**

Fonte: MARTINS, SOARES e MORAES (2019).

Houve também na região uma intensificação da atividade de pecuária com estruturação de sistemas produtivos, voltada principalmente para criação de gado de corte, substituindo as pastagens naturais por pastagens plantadas, introduzindo espécies exóticas de gramíneas do gênero *brachiaria* de origem africana se espalhando por toda a região do cerrado, permitindo maior rentabilidade devido o aumento da capacidade de suporte e de produção.

Outro aspecto importante a ser destacado refere-se ao fato de que estas mudanças de uso da terra vêm ocorrendo num primeiro momento, por meio de desmatamento da vegetação remanescente e convertida de forma predominante em áreas de pastagens cultivadas, de acordo com os dados de mapeamento realizado e apresentados na seção referente aos resultados obtidos com a pesquisa.

É importante destacar que o desmatamento de áreas de vegetação remanescente ocorreu até mesmo sobre áreas que apresentam restrições naturais de uso devido as suas características de solos com maior fragilidade ambiental, tais como áreas de Neossolos Quartzarênicos no município de Aruanã, pois trata-se de solos mais arenosos, profundos e de baixa fertilidade e os Cambissolos associados às áreas de relevo mais declivoso, cascalho e pedregosidade abrangendo a faixa leste da microrregião, constituindo na parte mais elevada da "Depressão do Araguaia".

No contexto atual, vem sendo constatado um processo de conversão de áreas de pastagens em áreas agrícolas irrigadas por sistema de pivô central com destaque ao segmento de *commodities* (1ª safra: soja, 2ª safra: milho, feijão, 3ª safra: sorgo ou milheto, este último para formação de cobertura com palhada para fins de proteção solo), com área de 112,5 km² em 2000, aumentando para 253,02 km² em 2018. Já a expansão das áreas agrícolas de sequeiro ocupava em toda a microrregião apenas 17,53 km² de área, tendo aumento gradual para 28,54 km² em 2010 e se expandindo de forma muito significativa para 225,65 km² em 2018, um aumento de 197,11 km² em apenas 8 anos, impulsionados pelas características físicas ambientais favoráveis à prática de uma agricultura tecnificada.

Associadas aos aspectos socioeconômicos, estão as características edafoclimáticas locais, de modo que as grandes propriedades rurais, foram implantadas sobre relevo plano, com boas características físicas de solo, e condições favoráveis de precipitação e disponibilidade hídrica (SANTOS, 2014).

Por outro lado, a posição geográfica estratégica da microrregião lhe confere destaque no cenário econômico por ser cortada pela GO-070, GO-173 (sentido sul-norte), e a GO-164 implantada na década de 1970, ligando toda extensão sul ao norte do Estado.

Com igual importância a BR-070 como limítrofe sul (sentido Leste-Oeste), constitui-se em uma via de acessibilidade estratégica no contexto do processo histórico de ocupação da região. Assumiu relevância na condição de caminho imperial para o escoamento da produção aurífera (MARTINS, 2016), e depois com o objetivo de integração das regiões goianas (DF) e mato-grossense (Cáceres-MT), a partir dos planos de desenvolvimento da economia nacional, propiciando grande importância para o desenvolvimento da atividade de agropecuária no cenário regional.

Estas acessibilidades compõem importantes vias de escoamento de produção, grande mobilidade e possibilidades de investimentos devido as suas ligações com importantes mercados consumidores, como a Região Metropolitana de Goiânia, Distrito Federal e Cuiabá.

Evidencia-se que estas rodovias GO-164 (trecho da Estrada do Boi – noroeste goiano) e a BR-070, denotam grande importância no contexto histórico regional, pois contribuíram de forma efetiva para o processo de ocupação territorial regional, como vias de escoamento e ligação com grandes centros urbanos, promovendo eixos de integração.

4.2 A Informação Geográfica de Natureza Socioeconômica na Área de Estudo

4.2.1 Aspectos Agropecuários

A atividade econômica que impulsionou a origem do processo de ocupação na região foi a pecuária de corte acompanhada por uma atividade agrícola pouco representativa, estruturando o espaço geográfico tal como se apresenta na atualidade.

Entretanto, nas últimas décadas constata-se o desenvolvimento de uma agricultura moderna nas áreas mais férteis de Latossolos na Depressão do Rio Araguaia, distribuídas pelos municípios de Aruanã, Araguapaz, Jussara, Santa Fé de Goiás, Itapirapuã, Matrinchã e extremo leste da Cidade de Goiás compreendida como superficie regional de aplainamento com altitude de 700 e 800 m com gênese na sequência metavulcanossedimentar Anincuns-Itaberaí.

Conforme dados do IBGE relativos aos anos de 1960, 1970, 1975 e 1980 observa-se valores significativos de produção para cultivos temporários: arroz (3209 toneladas em 1960 a 21.286 toneladas em 1980), milho (449 toneladas em 1960 a 4.312 toneladas em 1980) no município de Aruanã; em Goiás: arroz (12.828 toneladas em 1960 a 16.413 toneladas em 1980), milho (9.742 toneladas em 1960 a 9.485 toneladas em 1980).

Esta informação se justifica devido a compatibilidade das atividades de pecuária e agricultura, no decorrer do processo de desmatamento da cobertura vegetal até a década de 1980, fazia-se num primeiro momento o plantio de arroz juntamente com a gramínea para a formação do pasto.

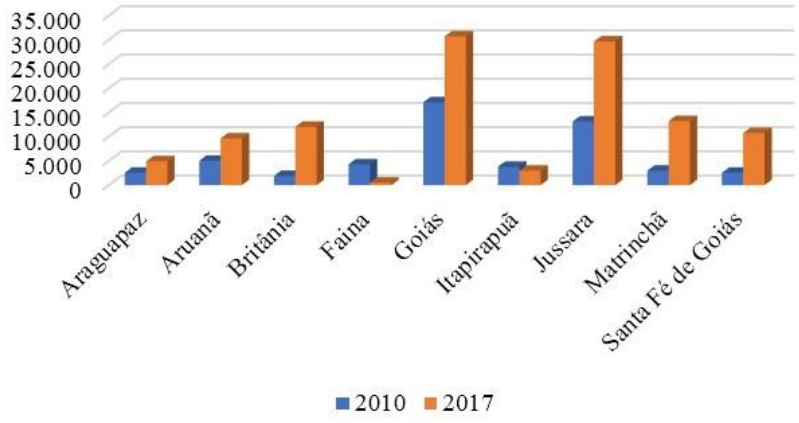
Segundo Barreira (1997, p. 66), neste período as grandes fazendas acima de 5000 ha, não tem na agricultura, via de regra, uma atividade rentável. Nelas, a agricultura funciona como atividades complementares, para não dizer secundária.

Num contexto atual, a partir do levantamento de dados (espaciais e não espaciais) e com a realização de trabalho de campo na microrregião, fica evidente que a pecuária de corte é a atividade econômica predominante, constatando-se grande número de confinamentos, presença de unidades frigoríferas e práticas de manejo de pastagem intensiva.

Contudo, observa-se aumento gradativo da conversão de áreas de pastagens em áreas agrícolas com destaque ao segmento de *commodities* através da irrigação por pivô central, devido as características edafoclimáticas, relevo favorável e disponibilidade de água para a prática de uma agricultura tecnificada, que já conta com a iniciativa de instalação de unidades de armazenamento de grãos.

Os dados do IBGE dos anos de 2010 e 2017, demonstram também aumento do total da produção agrícola de 53.436 toneladas em 2010 para 114.557 toneladas em 2017, reflexo do aumento de áreas agrícolas (Gráfico 01).

Gráfico 01 - Produção de grãos[10] em toneladas (t) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: IMB; IBGE (2019);
Organização: A autora, 2019.

A microrregião Rio Vermelho apresenta um histórico de que a produção de arroz tinha características por ser uma agricultura com objetivo de atender a demanda interna de mercado e também utilizada como uma primeira safra enquanto produto de plantio após o estágio de desmatamento da vegetação remanescente para em seguida dar lugar às pastagens, prática esta que inexiste atualmente. Levantamento do IBGE (2018), demonstra picos de produção da ordem 2.500 a 3.500 ha nos anos de 2000 e 2010 respectivamente no município de Goiás, com

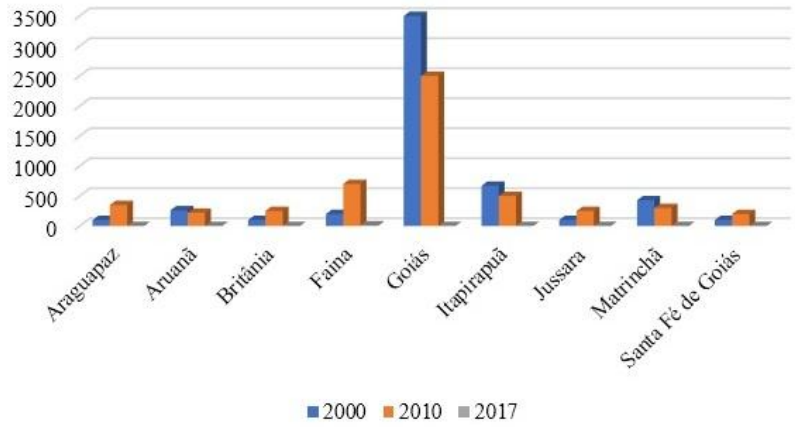
[10] Quantidade produzida grãos no ano-base do levantamento (IBGE, 2018).

pouca representatividade nos demais municípios, chamando atenção para o fato de não ter registro de áreas de plantio em 2017 com exceção de 10 ha de plantio no município de Faina (Gráfico 02).

Tal fato, talvez possa ser explicado em função do cultivo de arroz em sequeiro ter deixado de ser uma prática no estado de Goiás, passando a ser cultivado com a utilização de sistema de irrigação por inundação como por exemplo, o Projeto Formoso no Tocantins e o Projeto Luiz Alves em São Miguel do Araguaia – Goiás, com área agrícola total 6.580 hectares, divididos em lotes familiares e lotes empresariais.

De acordo com a Secretaria de Desenvolvimento do Estado de Goiás por meio da Superintendência de Política Agrícola, Agronegócios e Irrigação (2016), no Projeto Luiz Alves, o plantio de arroz irrigado por inundação é realizado no período chuvoso (outubro a março) e no período seco (abril a setembro), a área é utilizada para o cultivo de soja (campo de semente), sorgo, melancia, abóbora kabutiá, melão, sorgo, feijão de corda, milho e outros potenciais como tomate industrial e girassol.

Gráfico 02 - Área (ha) de produção de arroz na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

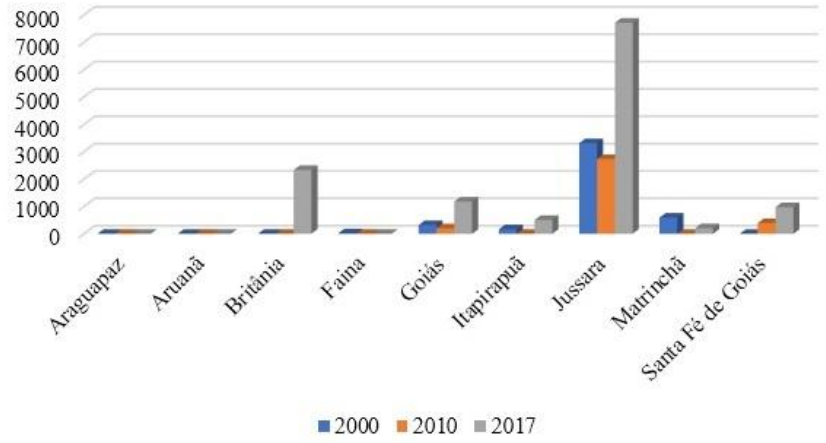


Fonte: IMB; IBGE (2019).
Organização: A autora, 2019.

A cultura de feijão tem destaque no município de Jussara atingindo o patamar de 3.310 ha em 2000 para 7.715 ha em 2017, o qual justifica-se pela alta rentabilidade da cultura no mercado, sendo praticada como segunda safra na microrregião em áreas irrigadas por pivô central.

Destacando-se neste cenário os municípios de Santa Fé de Goiás com 390,00 ha de plantio em 2010, havendo incremento para 1.160 ha em 2014 e registro de 971 ha em 2017. Goiás que detinha 320 ha em 2000 passando a a 1.181 ha em 2017 e Britânia sem registro de área agrícola nos anos anteriores, apresenta área de 2.333 ha em 2017 (Gráfico 03).

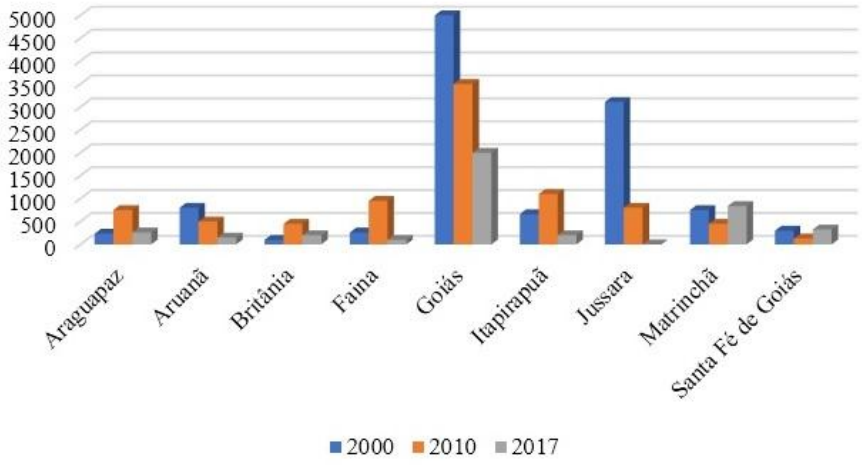
Gráfico 03 - Área (ha) de produção de feijão na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: IMB; IBGE (2019).
Organização: A autora, 2019.

Analisando os dados referentes a cultura do milho, importante componente nutricional da dieta da bovinocultura, suinocultura e avicultura produzidos na própria região, constata-se que é cultivado por todos os municípios da microrregião, porém houve um decréscimo da área destinada a esta cultura de forma gradual nos anos de 2000, 2010 e 2017, conforme ilustra o Gráfico 04. Tal fato pode ser explicado com base na realização de trabalho de campo na microrregião

Gráficos 04 - Produção de milho (ha) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: IMB; IBGE (2019).
Organização: A autora, 2019.

Com base nas visitas de campo e conversas informais com produtores da região, tal fato aponta que este decréscimo está ligado ao fato de a cultura do feijão ter maior rentabilidade no mercado, tendo maior compensação de investimento no cultivo da leguminosa e comprar o milho, devido seu custo de produção e valor de mercado. Destacando neste cenário o município

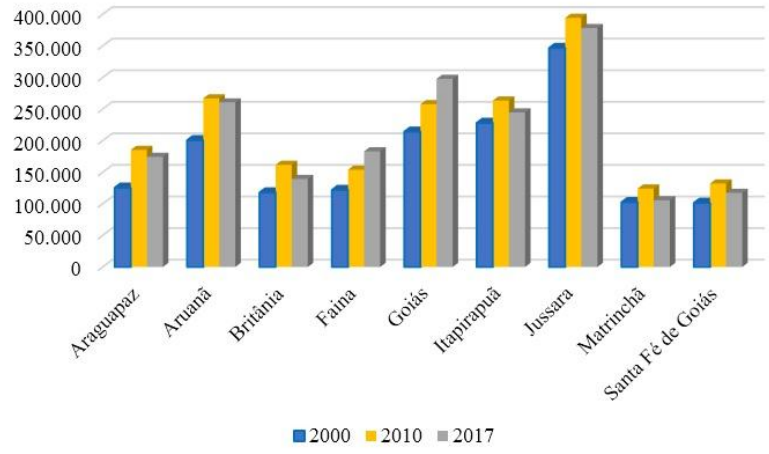
de Jussara que cultivou milho em 3.108 ha em 2000, reduzindo para 800 ha em 2010, não havendo registro oficial de plantio da cultura em 2017.

Grandes áreas de milho foram cultivadas em 2000 atingindo o patamar de 5.000 ha em Goiás e 3.108 ha em Jussara, constatando em 2010 redução das áreas para 3.500 ha em Goiás, 800 ha em Jussara como foi mencionado anteriormente, mas com áreas significativas nos demais municípios, tais como Faina, Araguapaz e Itapirapuã com 950, 750 e 1.100 ha respectivamente. Apresentando em 2017 níveis de áreas ainda menores, 200 ha em Goiás, 837 ha em Matrinchã, sendo os demais registros abaixo de 350 ha.

No que concerne a atividade pecuária na microrregião (Gráfico 05), foram registrados efetivo de pecuária bovina num total de 1.558.850 cabeças em 2000 → 1.940.139 cabeças em 2010 → 1.901.154 cabeças em 2017. A região conta com uma unidade frigorífica Mataboi Ltda - Grupo JBJ, situado em Santa Fé de Goiás na rodovia GO-173 km 14, responsável por atingir a marca de geração com 1.049 postos de trabalho no município em 2017 no segmento industrial, segundo dados do IBGE.

Sua produção é exportada para vários países, contribuindo consequentemente com o crescimento populacional em Santa Fé de Goiás, registrando taxa média de crescimento geométrico populacional de 1,65 em 2000 (população total de 4.083 hab.) e aumentando em 1,57% em 2018 (população total de 5.393 hab.) (IBGE, 2019).

Gráfico 05 - Efetivo de rebanho bovino (cab.) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



Fonte: IMB; IBGE (2019).
Organização: A autora, 2019.

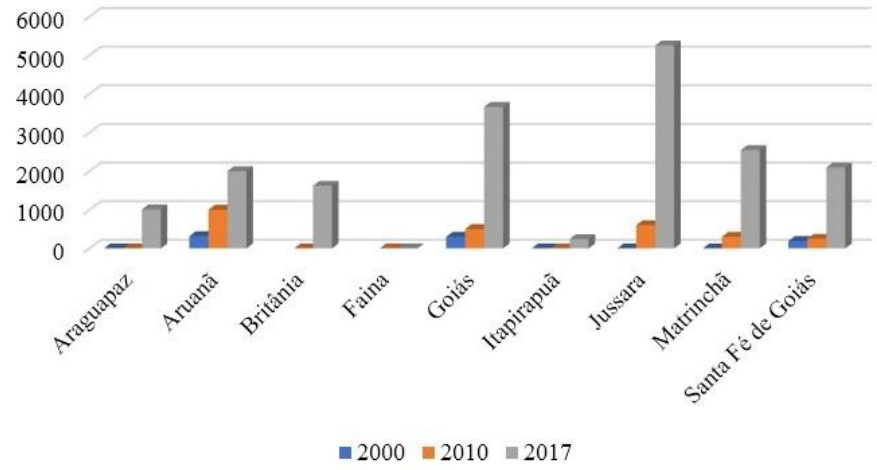
As granjas de suínos com efetivo total de 39.725 cabeças em 2000 →52.285 cabeças em 2010 → 37.700 cabeças em 2017 e granjas de frango com efetivo de 233.285 cabeças em 2000 → 280.023 cabeças em 2010 → 1.165.600 cabeças em 2017, sendo o município de Goiás

responsável pela produção de 1.050.000 cabeças em 2017, estando concentrada a produção nas terras altas da microrregião (IBGE, 2019).

Diante deste panorama, este crescimento é justificado em função do empreendimento Super Frango - São Salvador Alimentos Ltda, unidade beneficiadora situada no município de Itaberaí na rodovia GO-070 próximo a Cidade de Goiás, suprindo o mercado nacional e exportando carne de frango para a Europa e China.

No que se refere a produção de soja, a microrregião apresenta ampliação das áreas produtivas nesta última década em sistemas irrigados e de sequeiro. O município de Jussara se destaca como o maior produtor com 5.254 ha, seguidos de Goiás e Matrinchã com 3.663 ha e 2.545 ha respectivamente plantados em 2017 (Gráfico 06).

Gráfico 06 - Produção de soja (ha) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

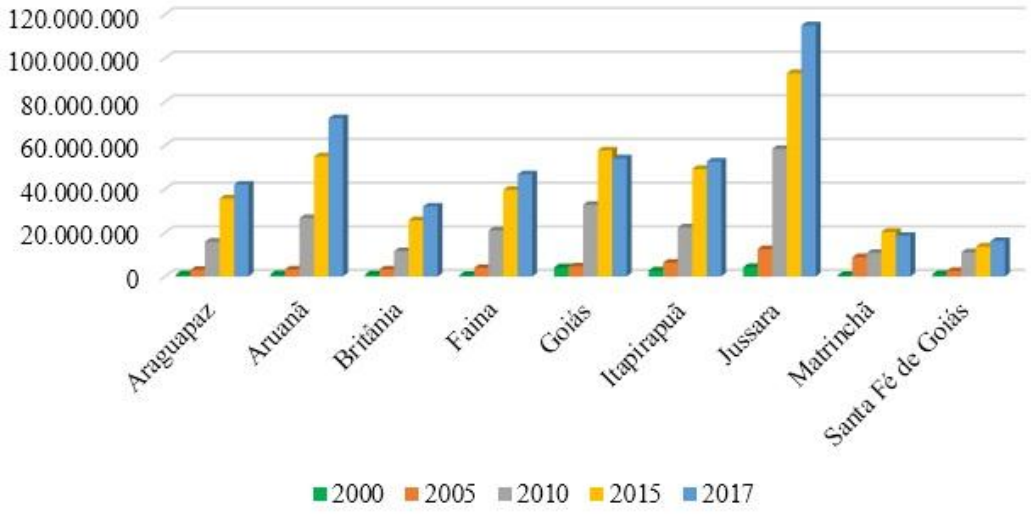


Fonte: IMB; IBGE (2018).
Organização: A autora, 2019.

Em Santa Fé de Goiás, os dados do IBGE (2018), demonstram um forte incremento no número de área de plantio de soja apresentando 193 ha plantados em 2000, aumentando para 250,00 ha em 2010 e 2.094,00 ha em 2017.

Neste contexto, observa-se que as condições naturais favoráveis para o desenvolvimento de atividades pastoris, juntando-se a fatores como a obtenção de financiamentos provenientes de instituições financeiras públicas/privadas imprimindo um movimento dinâmico, alterando ambiente natural, formando arranjos espaciais onde predominam as pastagens plantadas nas terras baixas e as pastagens naturais nas terras altas da microrregião, com destaque para o município de Goiás (Gráfico 07).

Gráfico 07 - Financiamentos para a pecuária (R$) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

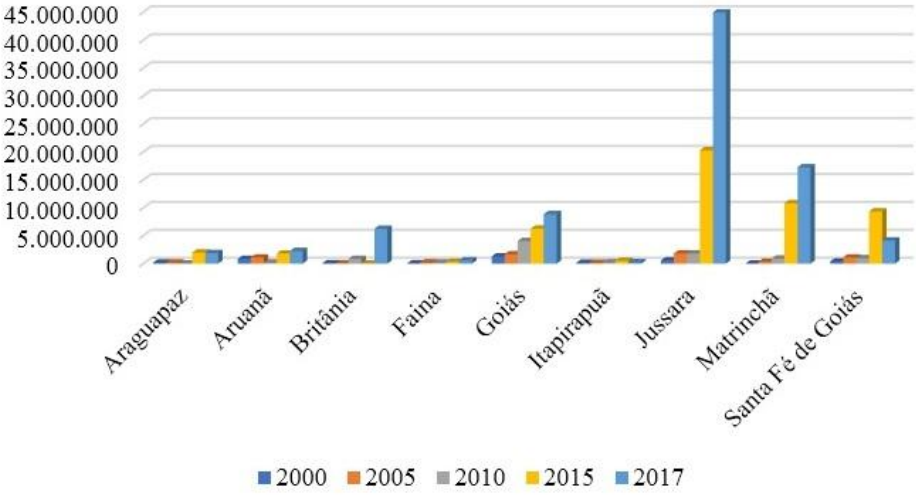


Fonte: IMB; IBGE (2019).
Organização: A autora, 2019.

Analisando as informações referentes a atividade pecuária na microrregião, observa-se o alto e crescente financiamentos no setor nos últimos anos, atingindo cifras da ordem de R$115.073.228 em 2017 (IBGE, 2019), representando na prática em sistemas de manejo aplicados a recuperação de pastagem, ganho de produtividade por cabeça bovina (U.A), integração de lavoura-pastagem, resultando na prática de uma pecuária intensiva e altamente tecnificada.

Em relação a financiamentos para a agricultura, verifica-se uma consonância entre volume de financiamentos e crescimentos das áreas de lavouras principalmente a partir de 2010, alcançando a cifra de R$44.943.000 em 2017 (IBGE, 2019) (Gráfico 08).

Gráfico 08 - Financiamentos para a agricultura (R$) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Fonte: IMB; IBGE (2019).
Organização: A autora, 2019.

Neste cenário, Jussara é líder no *ranking* na obtenção dos maiores volumes de financiamentos tanto para pecuária como a agricultura que conta atualmente a partir de processamento digital de imagem de satélite datada de 2018, com área equivalente a 13.180,06 ha de agricultura irrigada e 4.898,82 ha de agricultura sequeiro.

Os dados do IBGE referentes a 2017, apresentam o seguinte cenário das categorias de financiamentos realizados:

i) 439 estabelecimentos receberam financiamentos provenientes do Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – PRONAF que tem como missão de atender pequenos produtores com aplicação de sistema de manejo sem nenhuma tecnificação. Sendo esta modalidade de financiamento presente em maior número nos municípios onde estão alocados o maior número de assentamentos rurais, como Goiás, Faina e Araguapaz;

ii) 185 estabelecimentos que obtiveram financiamentos de classificados como: Outros programas, a nível de instâncias federal, estadual e municipal;

iii) 393 estabelecimentos adquiriram financiamentos que não tiveram origem provenientes de programas governamentais.

Trata-se de financiamentos concedidos por empresas públicas e privadas que integram o Sistema Nacional de Crédito Rural – SNCR a produtores e cooperativas de produtores para fins de comercialização, investimentos, custeio e manutenção de suas atividades agropecuárias (IBGE, 2019).

4.2.2 Situação Fundiária

O processo de ocupação do solo realizado na região, ocorreu principalmente a partir da formação de grandes fazendas de criação de gado de corte, formação de pastagens como fins de investimentos de capital. Atualmente este cenário ainda se faz marcante, onde o diferencial predominante é a transformação dessas fazendas tradicionais em grandes empreendimentos do ramo agropecuário.

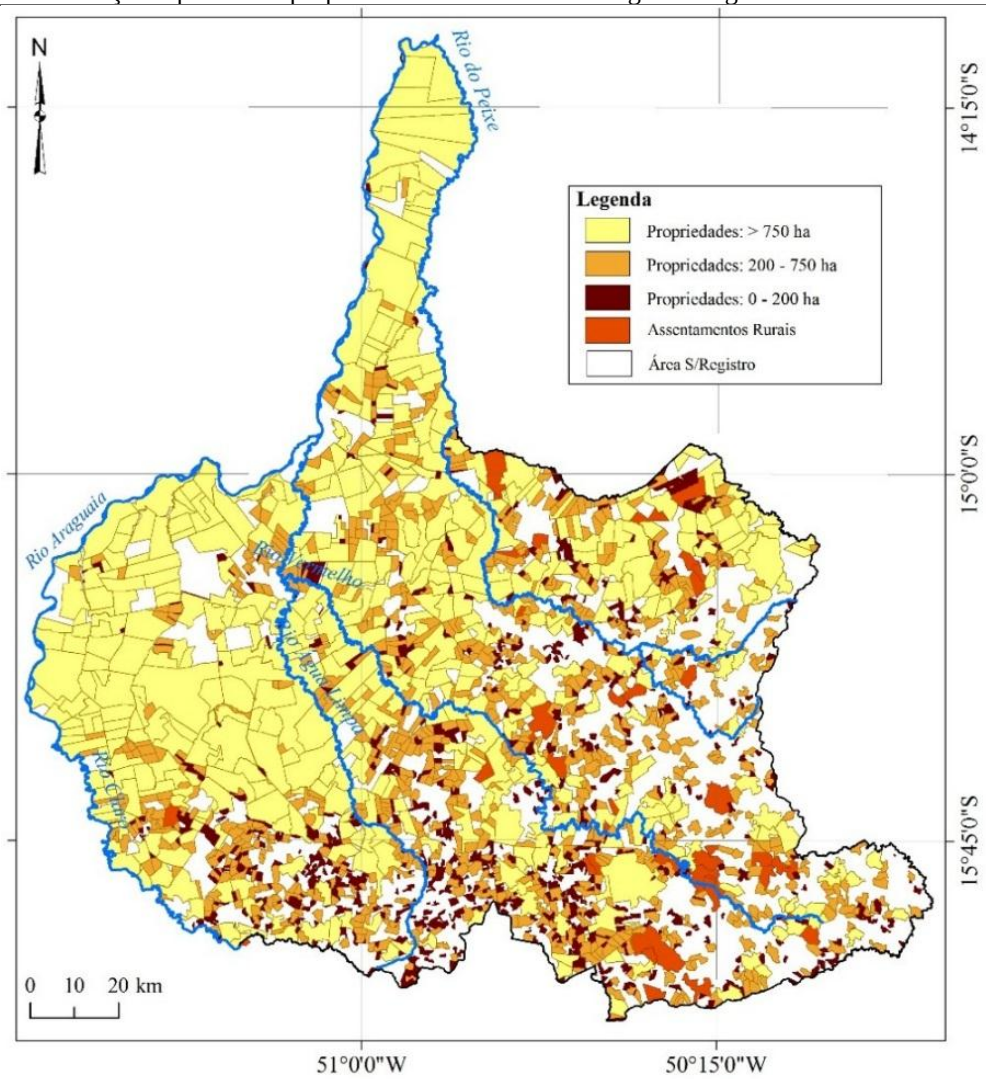
Com base no acervo fundiário do INCRA (2019), composto pelos registros de Certificação de Imóveis/Parcelas Públicas; Certificação de Imóveis/Parcelas Privada e Assentamentos Rurais, e na classificação em termos de tamanho de área dos imóveis rurais estabelecida pela Lei 8.629, de 25 de fevereiro de 1.993, levando em consideração os módulos fiscais[11], possibilitou analisar espacialmente a sua distribuição, assim como classificá-las em

Módulos Fiscais[11]: é uma unidade de medida agrária expressa em hectares variando de acordo com cada município, É definida nos seguintes itens: Tipo de exploração predominante no município; Renda obtida com a

termos de pequenas (0 a 200 hectares), médias (200 a 750 hectares), grandes propriedades rurais (> 750 hectares) (Mapa 04).

Num primeiro momento, utilizando-se dos dados do Cadastro Nacional de Georreferenciamento de Imóveis Rurais e da aplicação dos módulos fiscais para microrregião Rio Vermelho (20.214,8 km²), evidencia-se os seguintes números: pequenas propriedades correspondem a 1.097 km² (5,43 %) de área, médias propriedades são 3.391,18 km² (16,78%), e grandes propriedades ocupando 9.781,08 km² (48,38 %).

Mapa 04 - Distribuição espacial das propriedades rurais na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Acervo Fundiário - INCRA (2019); **Elaboração:** A autora, 2019.

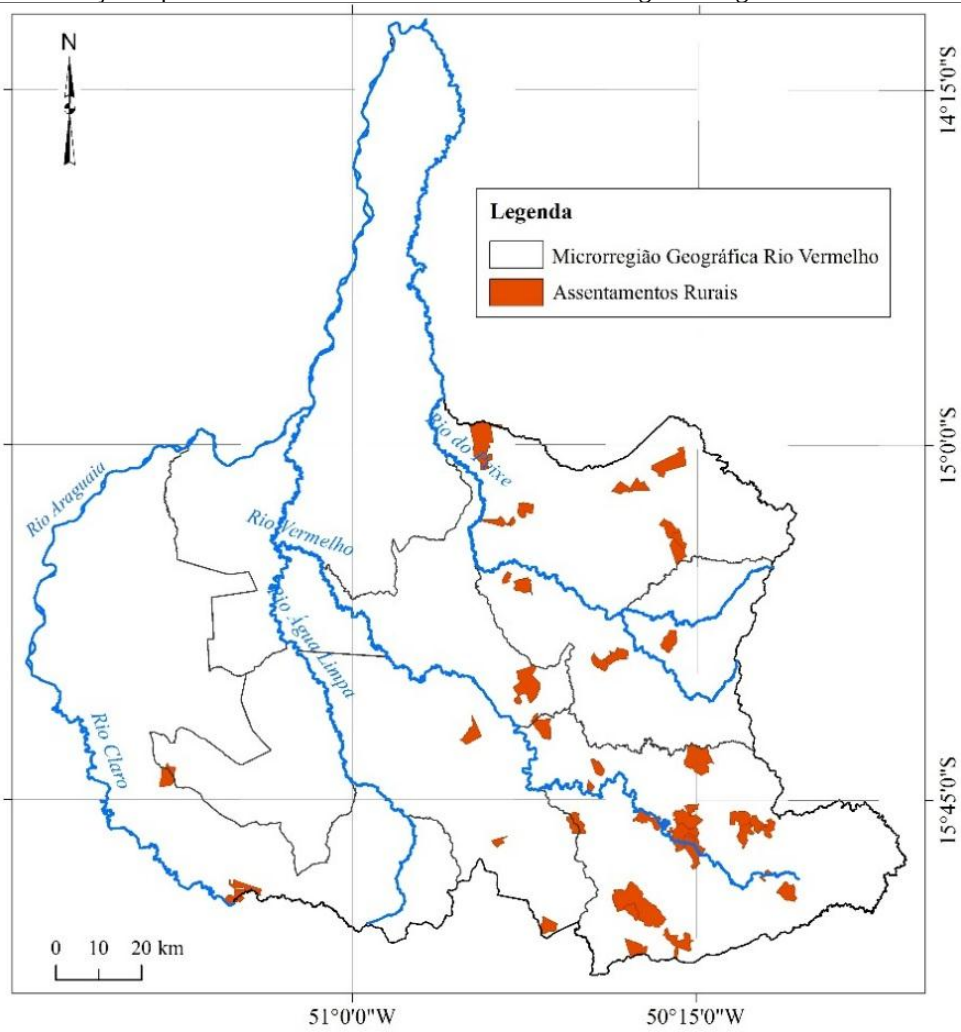
Para fins de reforma agrária, foram destinados 560,44 km² representando 10,41% para os assentamentos rurais (Mapa 05). Nestes assentamentos foram instaladas um total de 1.294

exploração predominante; Outras explorações existentes no município que, embora não predominantes, sejam significativas em função da renda ou da área utilizada e Conceito de propriedade familiar (INCRA, 2019).

famílias distribuídas em 43 propriedades alocadas nos municípios de Goiás, Faina e Araguapaz (cuja forma de obtenção: 40 - desapropriação, 02 - compra/venda e 01 - doação), e por fim 5.384,41 km² (26,63 %) de área cujo cadastro de georreferenciamento no INCRA encontra-se em fase de análise ou não foi realizado.

Num segundo momento, constata-se que as grandes propriedades rurais, representam 48,39% num total de 484 propriedades localizadas majoritariamente em toda a extensão oeste da microrregião, área de relevo plano a suave ondulado da Bacia do Bananal (rochas sedimentares formadas por depósitos aluvionares e fácies terraços aluvionares), favorecendo a prática de uma pecuária intensiva com emprego de alta tecnologia e investimento de capital em sistemas de manejo. Por outro lado, a classe de pequenas propriedades compõe 1.547 propriedades e ocupando 5,43% da área territorial total distribuída por toda a compartimentação topográfica regional.

Mapa 05 - Distribuição espacial dos assentamentos Rurais na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Acervo Fundiário - INCRA (2019); **Elaboração:** A autora, 2019.

Outra questão relevante neste cenário trata-se do movimento pela reforma agrária que se intensifica no país a partir de 1980 em decorrência de reivindicações para melhores condições de vida no campo, passando a ganhar força no fórum das políticas públicas. Segundo Oliveira (2017), a luta pelo acesso a terra por meio da reforma agrária foi intensificada, em decorrência da precariedade das condições de trabalho no campo, decorrente da modernização da agropecuária, pela redução do crédito público e pela inadimplência gerada no campo pela elevação das taxas de inflação e juros.

Neste contexto, as informações contidas no acervo fundiário do INCRA (topografia e geodésia) – mapeamento dos Assentamentos Rurais; Certificação de Imóveis/Parcelas Públicas; Certificação de Imóveis/Parcelas Privadas compondo uma base de dados, revelam que o primeiro projeto de reforma agrária no estado de Goiás e na Microrregião Geográfica Rio Vermelho aconteceu com a desapropriação da fazenda São Sebastião do Mosquito e criação do Projeto de Assentamento Mosquito em 17/10/1986 no município de Goiás, sendo assentadas 43 famílias numa área de 17,79 km², realizada através do Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (INCRA), autarquia responsável por executar os projetos de reforma agrária no Brasil (Quadro 17) (INCRA, 2019).

A partir daí foram criados outros 42 assentamentos, sendo o último datado de 24/06/2015, totalizando 1.294 famílias em 43 propriedades com área total de 560,44 km² correspondendo a 10,06% dos assentamentos de reforma agrária a nível do Estado de Goiás, distribuídos da seguinte forma: Goiás (702 famílias – 51,84%), Araguapaz (233 famílias – 22,33%), Itapirapuã (137 famílias – 5,78%), Faina (91 famílias – 8,14%), Matrinchã (52 famílias – 6,11%), Jussara (48 famílias – 3,37%), Santa Fé de Goiás (31 famílias – 2,43%) (INCRA, 2019)

Neste cenário, o município de Goiás se destaca, pelo fato de conter 23 assentamentos, sendo 19 deles criados durante a década de 1990, a partir de processo de desapropriação e 01 por meio de doação, seguido de Araguapaz com 08 assentamentos, referenciando a importância do apoio da Comissão Pastoral da Terra da Igreja Católica no que se refere a oganização do movimento, acompanhamento logístico, jurídico e intermediações políticas nas negociações.

Vale destacar que as parcelas agrárias estão predominantemente localizadas na faixa ocidental da microrregião, com a presença de relevo mais movimentado, áreas com maiores níveis de declividade, juntamente com solos mais frágeis como os Cambissolos e Neossolos, cuja atividade econômica mais praticada é a pecuária, além de concentrar as maiores áreas de vegetação preservadas, abriga parte do Parque Estadual Serra Dourada criado em 2003 com

área aproximada de 30.000 ha, abrangendo também os municípios de Buriti de Goiás e Mossâmedes - GO.

Quadro 17 - Projetos de Assentamentos na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Cód.	Projeto de Assentamento	Município	n° fam.	Criação	Obtenção	Área_Km²
01	Santa Luzia	Araguapaz	19	18/08/2004	Desapropriação	7,91
02	Balaio	Araguapaz	25	23/10/1998	Desapropriação	14,4
03	P Arca	Araguapaz	16	11/12/1998	Desapropriação	11,89
04	Taquaral	Araguapaz	27	24/03/1998	Desapropriação	24,6
05	Goiabal	Araguapaz	11	20/06/1997	Desapropriação	9,7
06	Santa Anna	Araguapaz	100	13/08/1999	Desapropriação	40,99
07	Tesouras	Araguapaz	11	20/06/1997	Desapropriação	6,32
08	Sheikinah	Araguapaz	24	09/08/2001	Desapropriação	9,35
09	Patativa do Assaré	Faina	29	24/06/2015	Desapropriação	10,66
10	Santo A. das Areias	Faina	23	22/02/2001	Compra/Venda	11,22
11	Cora Coralina	Faina	7	21/06/2005	Desapropriação	3,38
12	São José do Piçarrão	Faina	10	13/04/2000	Desapropriação	8,19
13	Limoeiro	Faina	22	18/11/1996	Desapropriação	12,19
14	Lavrinha	Goiás	28	06/02/1995	Desapropriação	7,18
15	União Buriti	Goiás	22	14/11/1996	Desapropriação	7,28
16	Paraíso	Goiás	36	14/10/1996	Desapropriação	12,79
17	Rancho Grande	Goiás	20	03/09/1991	Desapropriação	7,96
18	São Felipe	Goiás	11	03/09/1991	Desapropriação	4,22
19	São Felipe	Goiás	11	03/09/1991	Desapropriação	6,74
20	São João do Bugre	Goiás	9	25/04/1988	Desapropriação	4,54
21	São Carlos	Goiás	155	06/02/1995	Desapropriação	56,88
22	Mata do Baú	Goiás	37	09/04/1996	Desapropriação	16,14
23	Buriti Queimado	Goiás	26	07/11/1996	Desapropriação	11,75
24	Novo Horizonte	Goiás	18	16/05/1996	Desapropriação	10,07
25	Acaba Vida II	Goiás	4	03/09/1991	Desapropriação	2,72
26	Bom Sucesso	Goiás	29	30/05/1996	Desapropriação	17,13
27	Baratinha	Goiás	15	02/10/1997	Desapropriação	7,63
28	Serra dourada	Goiás	15	17/12/1999	Doação	2,34
29	Mosquito	Goiás	43	17/10/1986	Desapropriação	17,79
30	Retiro	Goiás	23	03/09/1991	Desapropriação	7,39
31	Varjão	Goiás	19	05/03/1998	Desapropriação	10,85
32	Engenho Velho	Goiás	30	09/12/1997	Desapropriação	11,22
33	Vila Boa	Goiás	12	17/10/1997	Desapropriação	7,93
34	Holanda	Goiás	31	16/09/1998	Desapropriação	13
35	PE Felipe Leddet	Goiás	43	16/09/2014	Desapropriação	15,52
36	Dom Tomaz Balduino	Goiás	65	21/06/2005	Desapropriação	31,45
37	Liberdade	Itapirapuã	73	22/12/2006	Compra/Venda	3,56
38	Retiro Velho	Itapirapuã	19	20/10/1989	Desapropriação	6,09
39	Itapira	Itapirapuã	24	12/02/1999	Desapropriação	10,44
40	Boa Vista	Itapirapuã	21	19/12/1988	Desapropriação	12,29
41	Albino Vieira	Jussara	48	14/03/2007	Desapropriação	18,86
42	Santa Rosa	Matrinchã	52	04/11/1997	Desapropriação	34,26
43	Bom J.do Araguaia	Sta Fé Goiás	31	25/05/2005	Desapropriação	13,62

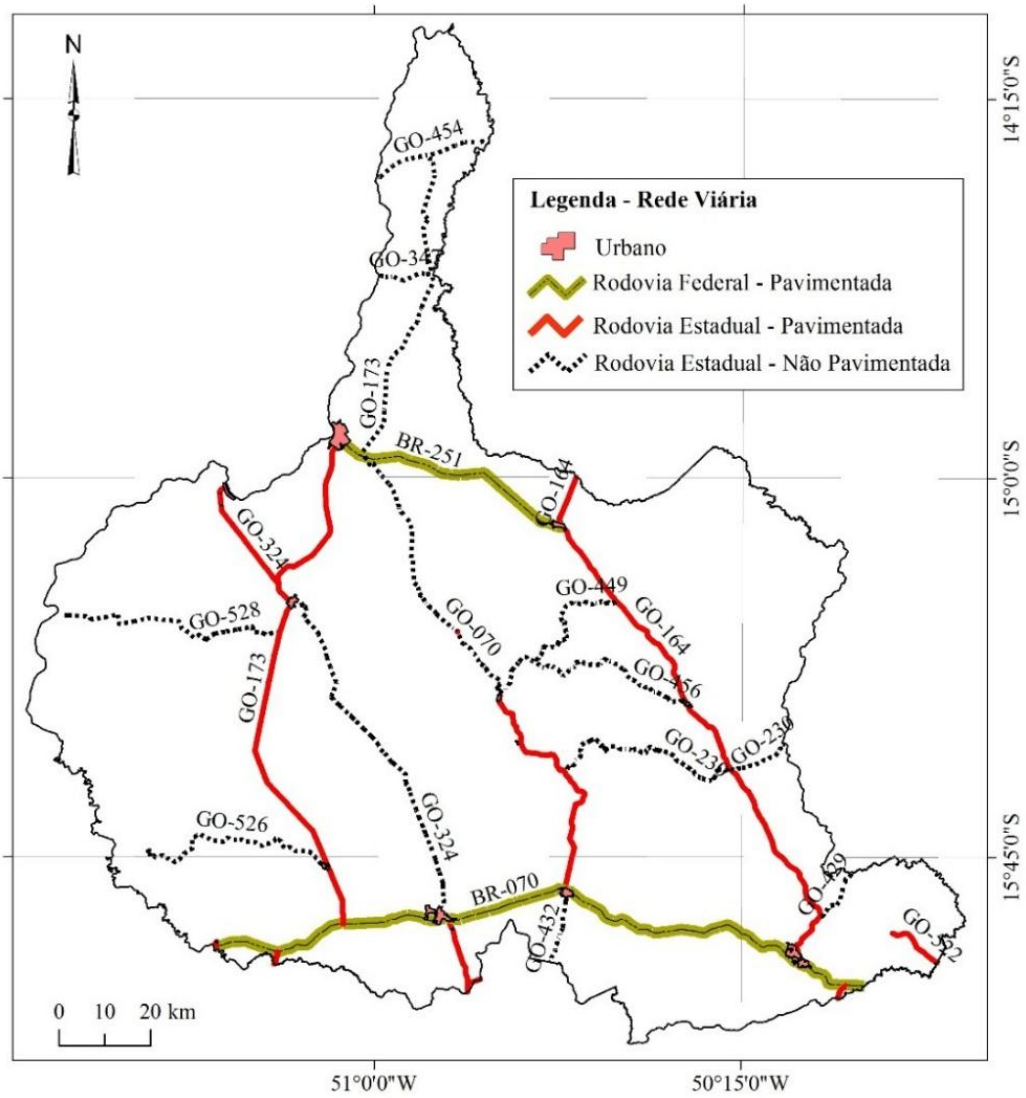
Fonte: Acervo Fundiário - INCRA (2019).

4.2.3 Malha Viária

A malha viária está estruturada de forma que o escoamento de produção da microrregião dispõe de um eixo de conexão importante pela rodovia federal BR-070, sentido L-W ligando Brasília (DF) a Cáceres (MT) ao sul da microrregião, a norte a rodovia federal BR-251 sentido L-W ligando Araguapaz a Aruanã, conforme ilustra o Mapa 06.

No sentido N-S, as rodovias estaduais GO-173 estabelecem conexão entre Aruanã, Britânia, Santa Fé de Goiás e Jussara, GO-324 (trecho de leito natural) ligando Britânia a Jussara, GO-070 conectando Aruanã, Matrinchã (trecho de leito natural) a Itapirapuã e a GO-164 também chamada Estrada do Boi interligando Araguapaz, Faina e Goiás, a nível de estado funciona como uma espinha dorsal ligando os municípios de São Miguel do Araguaia a Quirinópolis.

Mapa 06 - Rede de acessibilidade na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** Base Cartográfica – Escala 1:100.00 - IBGE (2017); **Elaboração:** A autora, 2018.

4.2.4 Aspectos Demográficos

A Microrregião Rio Vermelho possui área territorial total de 20.214,81 km² e população total estimada de 86.408 habitantes para 2018 (IBGE, 2019), distribuídos nos 9 municípios (Gráfico 09).

Os municípios de Goiás e Jussara são os mais populosos, embora Goiás tenha registrado diminuição crescente, abrigando um contigente de 22.916 e 18.587 habitantes respectivamente na estimativa de 2018, enquanto Matrinchã ocupa posição de menos populoso no ano de 2018 com 4.366 habitantes.

É importante ressaltar que durante as décadas de 1950, 1960 e 1970, houve um fluxo de população devido o intenso processo de abertura das fazendas para formação de pastos na região exigindo muita mão-de-obra. Este processo desencadeou o recebimento de grandes contigentes de migrantes de origem principalmente das regiões nordeste e sudeste, além dos goianos, constituindo em importante componente de povoamento no processo de ocupação regional.

Por outro lado, a partir da década de 1980, os números migratórios diminuem, a fase primeira de desmatamento para abertura das fazendas e formação das pastagens estavam concluídas, assim como o estabelecimento de uma economia de mercado, indicando um período de estagnação no crescimento populacional.

De acordo com Censo Demográfico (IBGE), em 2000 a população total era composta por 91.716 em 2010 por 88.389 habitantes respectivamente, contudo, está ocorrendo uma redução total da população em 5,78% num intervalo de tempo de 18 anos. Particularizando a análise a nível municipal no decorrer dos intervalos de 2000, 2010 e 2018, ressalta-se as seguintes observações:

i) Os municípios de Aruanã e Britânia tiveram aumento populacional gradual, fato justificável em função da vocação turística, devido o Rio Araguaia e o Lago Natural dos Tigres respectivamente;

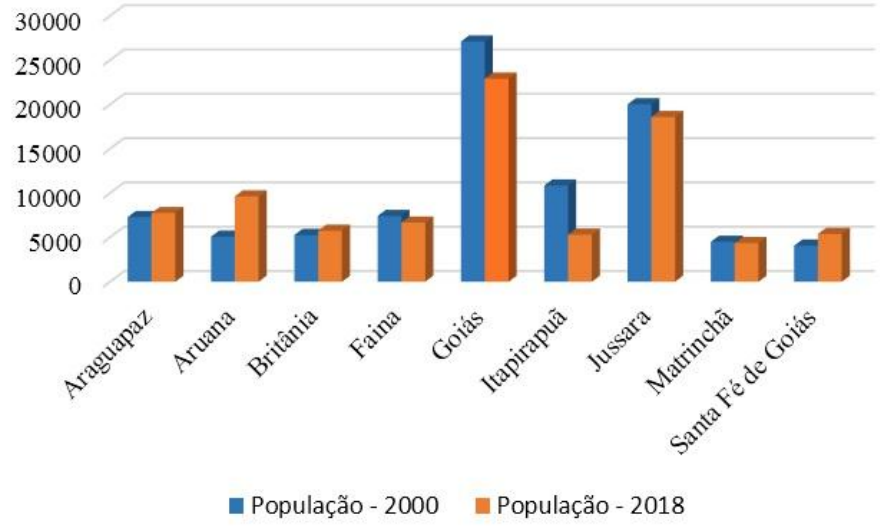
ii) O município de Santa Fé de Goiás teve aumento polucional de 2000 para 2010 e 2018, estimulada devido a instalação de uma unidade frigorífica, com a abertura de postos de trabalho, ocupava posição de menos populoso em 2000;

iii) No município de Itapirapuã houve redução populacional, assim como em Goiás que detinha 27.120 habitantes em 2000 para 22.916 habitantes em 2018, tal como mostra a Taxa de Crescimento Geométrico Populacional[12], possibilitou de -3,21% em 2000 e -4,73% em 2018 (IBGE, 2019).

Taxa de Crecimento Geométrico Populacional[12]: é o crescimento da população de um local considerando duas datas sucessivas e o intervalo de tempo entre essas datas, medido em ano (IBGE, 2019).

Também apresentaram de forma consecutiva nos anos de 2010 e 2018 taxas negativas de crescimento geométrico populacional os municípios de Faina (-0,60% e -0,56%), Goiás (-0,92% e -0,95%), Jussara (-0,45% e -0,37%) e Matrinchã (-0,24% e -0,14%) (IBGE, 2019).

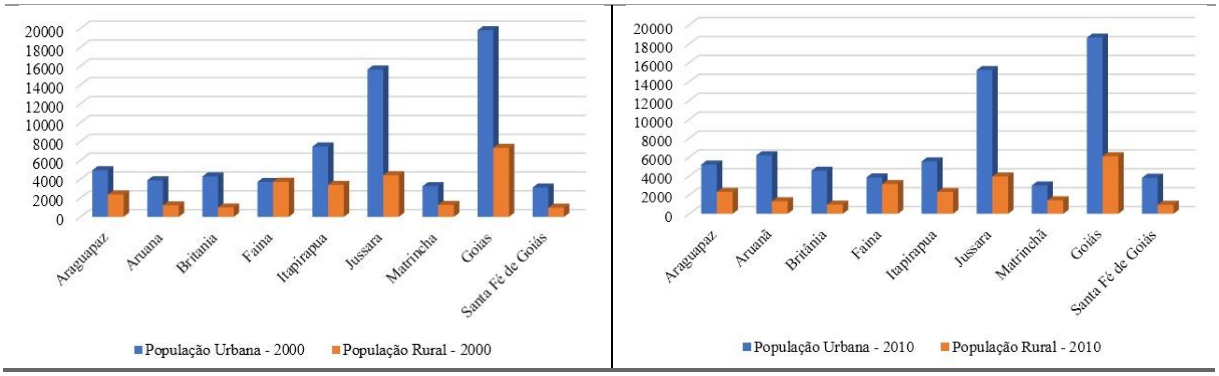
Gráfico 09 - População em 2000 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.



Fonte: IMB; IBGE, 2019.
Organização: A autora, 2019.

Desse universo populacional, verifica-se que 72,03% residem na área urbana e 27,97% na zona rural, sendo constatado nos censos de 2000 e 2010 (Gráficos 10 e 11), fato que se replica em cada esfera municipal da microrregião. Outro aspecto regional importante é a formação dessa rede urbana, Santa Fé de Goiás – Matrinchã – Faina – Araguapaz constituem em núcleos urbanos recentes, pois foram emancipados durante a década de 1980, os demais foram formados e estruturados durante a década de 1950/60, além do núcleo urbano histórico de Goiás que tem atualmente suas funções com novos rearranjos, principalmente por suas belezas naturais e arquitetura colonial.

Gráfico 10 e 11 - População urbana e rural (hab.) em 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.



Fonte: IMB; IBGE, 2018.
Organização: A autora, 2019.

Quanto ao aspecto de gênero, o censo demográfico de 2010, demonstra uma população masculina de 50,57%, minimamente mais alta que a feminina com 49,43%. Em relação a população rural masculina 54,23%, constata-se uma diferença mais acentuada sobre a feminina com 45,77%.

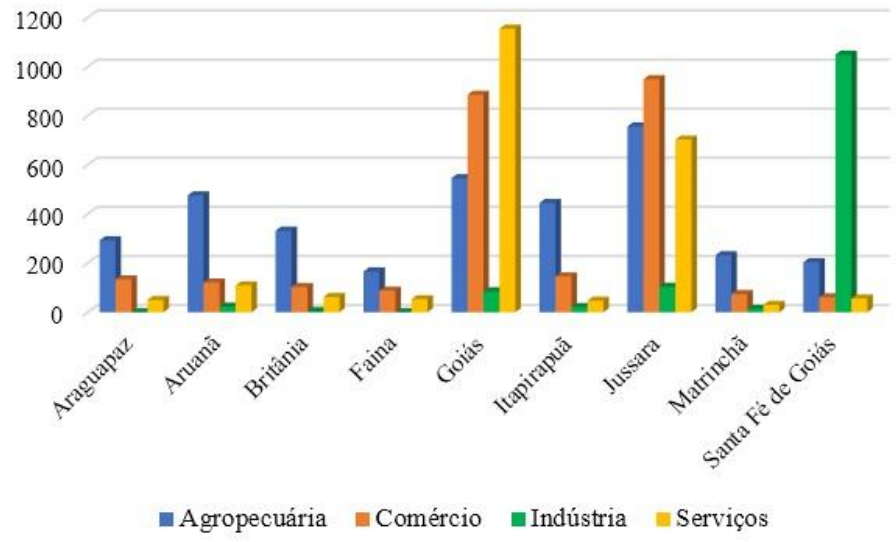
4.2.5 Aspectos Sociais

A Microrregião Geográfica Rio Vermelho tem seu PIB – Produto Interno Bruto impulsionado principalmente no setor de serviços. Isto ocorre por meio do aumento dos empregos formais (um total de 6.209 empregos em 2000 →12.381 empregos em 2010 →14.341 empregos em 2017), maior rendimento médio que de R$308,51 →R$895,96 em 2010 passando a R$1.769,96 em 2017, sendo este crescimento verificado em todos os municípios, com destaque individual para Santa Fé de Goiás com R$344,68 em 2000 aumentou para R$2.018,82 em 2017 devido a instalação da unidade frigorífica no município.

Nos municípios de Goiás, Aruanã e Britânia, o setor de serviços é impulsionado pela atividade turística que promove uma movimentação comercial local, a partir da criação de empregos diretos e também de caráter sazonal.

O gráfico 12, demonstra que os setores da economia que mais abriram postos de trabalhos formais na microrregião de acordo com dados do Ministério do Trabalho e Emprego, IBGE e disponibilizados pelo Instituto Mauro Borges (2017), foram agropecuário, comércio, serviços e indústria.

Gráfico 12 - Setores da economia que mais geraram empregos formais (n°) na Microrregião Geográfica rio Vermelho-GO.



Fonte: IMB; TEM, RAIS, IBGE, 2019.
Organização: A autora, 2019.

Destacam-se os municípios de Goiás (546 no setor agropecuário; 886 no comércio e 1.153 no setor de serviços) e Jussara (757 no setor agropecuário; 949 no comércio e 703 no setor de serviços), já no setor da indústria, o município de Santa Fé de Goiás alcançando o número de 1.049 empregos formais em 2017.

O setor de indústria em Santa Fé de Goiás representa 62,22% do número total de 1.686 postos de empregos criados neste município com vínculo empregatício ativo, de acordo com dados estatísticos disponibilizados pelo IBGE e IMB, obtidos junto ao Ministério do Trabalho e Emprego (TEM) e Relação Anual das Informações Sociais (RAIS).

Os municípios que mais contribuíram para o PIB *per capita* em 2016 foram: Santa Fé de Goiás com 39.387,12 (20,90%), Jussara com 22.218,87 (11,79%), Itapirapuã com 21.765,10 (11,55%), Matrinchã com 21.738,00 (11,53%) e a Cidade de Goiás com 16.933,45 (8,98 %), constituindo em importante polo regional devido principalmente ao setor de serviços por ser uma cidade turística, refletindo de forma direta no desnvolvimento socioeconômico (Tabela 09).

Tabela 09 - PIB na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.

Municípios	PIB-2000	(%)	PIB-2016	(%)
Araguapaz	9.641,31	8,53	14.622,77	7,76
Aruanã	11.995,66	10,61	18.184,90	9,65
Britânia	11.012,66	9,74	17.975,85	9,54
Faina	9.309,76	8,23	15.673,49	8,31
Goiás	9.649,61	8,53	16.933,45	8,98
Itapirapuã	11.964,87	10,58	21.765,10	11,55
Jussara	12.973,18	11,47	22.218,87	11,79
Matrinchã	11.660,81	10,31	21.738,00	11,53
Santa Fé de Goiás	24.865,38	21,99	39.387,12	20,90
TOTAL	113.073,24	100,00	188.499,55	100

Fonte: Segplan/IMB - Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (2019).
Organização: A autora, 2019.

Para Oliveira Jr. et al., (2013), dentre os fatos que concorreram para este fenômeno pode-se destacar o aumento do número de empregos situados entre 0,5 e 1,5 salários mínimos e o aumento real do salário mínimo.

Nomeadamente, Goiás e Jussara destacam-se enquanto municípios com as maiores populações, número empregos, agências bancárias, sistema educacional, atendimento hospitalar/leitos, refletindo de forma direta em melhores condições socioenomicas e de infraestrutura no contexto da microrregião Rio Vermelho.

Quanto ao Índice de Desenvolvimento Humano-Municipal (IDH-M) é constituído por três variáveis das mais importantes áreas do desenvolvimento humano: vida longa e saudável (longevidade), acesso ao conhecimento (educação) e ao nível de padrão de vida em função da renda. Este índice é classificado em desenvolvimento humano: Muito Baixo (0,00 a 0,499), Baixo (0,500 a 0,599), Médio (0,600 a 0,699), Alto (0,700 a 0,799) e Muito Alto (> 0,800) (IBGE; IPEA; PNUD; FJP, 2019).

A partir das geoinformações do IBGE (2019), na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO, o IDH-M se classificava como muito baixo na década de 1990 com índices variando de 0,344 a 0,475.

No ano 2000, houve a melhora desses índices em todos os municípios elevando-se à categoria baixo, apresentando uma média de 0,541, evoluindo para a classificação média (Araguapaz, Aruanã, Britânia, Faina, Itapirapuã, Matrinchã) e alta (Goiás, Jussara, Santa Fé de Goiás) no ano de 2010 (Tabela 10).

Tabela 10 - IDH-M na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.

Municípios	IDH-M 2000	IDH-M2010
Araguapaz	0,553	0,674
Aruanã	0,504	0,675
Britânia	0,548	0,672
Faina	0,504	0,65
Goiás	0,563	0,709
Itapirapuã	0,541	0,677
Jussara	0,598	0,743
Matrinchã	0,515	0,679
Santa Fé de Goiás	0,541	0,713

Fonte: Segplan/IMB - Estatísticas e Estudos Socioeconômicos (2019).
Organização: A autora, 2019.

A partir de uma análise geral, observa-se que os municípios da Microrregião Rio Vermelho alcançaram evolução ao longo destas duas décadas (1991-2000-2010), de forma que os últimos dados divulgados do IDH-M não revela nenhuma unidade administrativa classificada na categoria de desenvolvimento humano baixo e muito baixo, de acordo com a Análise do Índice de Desenvolvimento Humano dos Municípios Goianos (IDH-M) e disponibilizadao pelo Instituto Mauro Borges (IMB) (IMB, 2014).

Tal situação ocorre em conformidade com os dados obtidos a nível de Estado e estão evoluindo de forma substancial. Segundo dados do IMB (2014), em Goiás houve uma melhora

progressiva do índice, saindo de uma classificação muito baixo em 1991, para média em 2000, chegando a alto em 2010.

Este quadro apresentado deixa evidente a relevância do levantamento de variáveis naturais e antrópicas tratadas de forma integrada possibilitam a construção de um diagnóstico de como a área de pesquisa se apresenta no contexto socioeconômico e natural, a partir de dados espaciais e não espaciais, os quais contribuem de forma efetiva na compreensão da dinâmica territorial na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO e implicações no contexto econômico, social e cultural de Goiás.

4.3 Aspectos Físico Ambientais

4.3.1 Recursos Hídricos

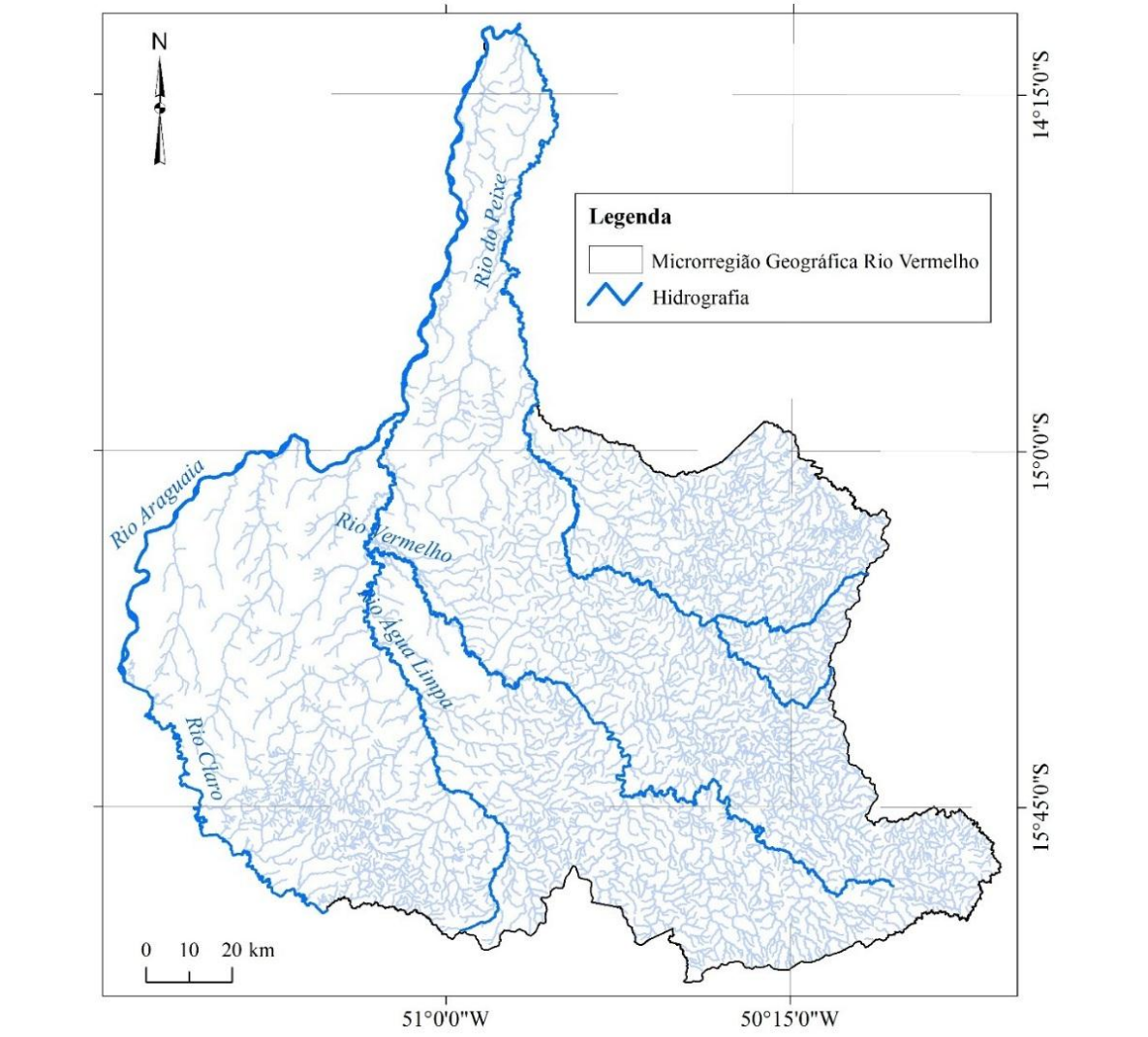
A Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO encontra-se inserida na bacia hidrográfica do Rio Araguaia [13], mais especificamente no trecho denominado de Médio Araguaia (Povoado de Registro do Araguaia até o Município de Conceição do Araguaia), contemplando as subbacias hidrográficas do Rio Claro, Rio Vermelho e Rio do Peixe, presentes na área de estudo e o Rio Crixás-Açu, com direcionamento de escoamento no E-NW e SE-NW, conforme ilustra o Mapa 07.

A rede hidrográfica é caracterizada por pertencer a unidade geomorfológica classificada como "Depressão do Araguaia" (DNPM, 1987). A região apresenta uma compartimentação topográfica de terras altas com altimetria entre 800 m a 1.200 m de altitude, constituídas pelo alinhamento norte-sul da Serra Dourada (complexo granítico-gnáissico) a leste, enquanto a zona oeste da região apresenta o domínio das terras baixas, variando entre 100 m a 500 m de altitude, caracterizando propriamente o relevo de depressão.

A sub-bacia hidrográfica Rio Vermelho tem grande destaque na região devido sua importância no contexto histórico. Sua nascente está a uma altitude de 830m, a 17 km a montante da Cidade de Goiás, e foz à margem direita do Rio Araguaia à cota de 220 m, no município de Aruanã, constituindo-se um de seus doze afluentes mais importantes (OLIVEIRA, 2017).

[13] A bacia hidrográfica do Rio Araguaia representa cerca de 25% do trritório goiano e contem 8% da população do estado de Goiás. Sua área total cobre um território de mais de 300.000 km², contemplando parte dos Estados de Goiás, Mato Grosso, Tocantins e Pará. Representa um dos sistemas fluviais mais importantes do Brasil (BAYER, 2010).

Mapa 07 - Hidrografia - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Base Cartográfica – Escala 1:100.00 - IBGE (2017);
Elaboração: A autora, 2019.

3.3.2 Clima

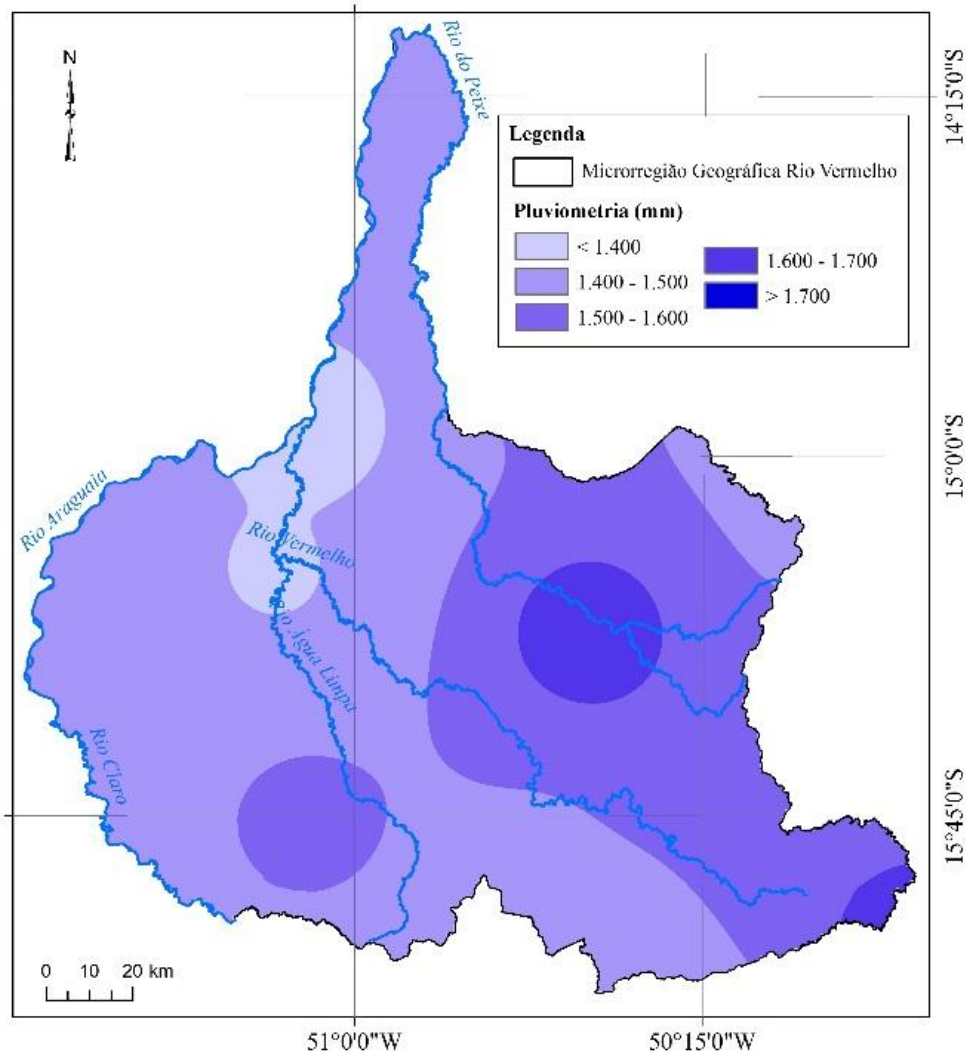
Com relação ao clima, identifica-se o clima quente e subúmido de acordo com a classificação descrita por Nimer (1972), caracterizada por 4 a 5 meses de estiagem durante o ano e pela frequência de temperaturas elevadas, sendo comum no verão temperaturas com índices de 38 °C e umidade relativa do ar em torno de 70% na primavera-verão de outubro a março, concentrando em torno de 80% da precipitação.

De acordo com o RADAMBRASIL (1979), o índice agroclimático da região (relação entre o índice de precipitação e evapotranspiração indica o nível de disponibilidade de água no solo), demonstra boas condições para desenvolvimento de atividades agropecuárias, pois a necessidade de demanda hídrica das plantas é atendida em torno de 70% a 85% (BARREIRA, 1997).

Em relação à precipitação, a média anual possui uma variação entre as classes de 1.300 mm a 1.700 mm com base nos dados climatológicos de 19 estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas (ANA), numa sequência histórica de 33 anos (1985 a 2017), como ilustra o Mapa 08

.

Mapa 08 - Distribuição pluviométrica – média anual - Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Dados das Estações Meteorológicas, ANA (2019);
Elaboração: A autora, 2019.

Com base na espacialização dos dados da série histórica da pluviometria na microrregião, observa-se que nas áreas com cotas altimétricas com até 400 m, região que compreende à Bacia do Bananal (rochas sedimentares formadas por depósitos aluvionares e fácies terraços aluvionares), os índices de precipitação apresentam volumes de até 1.500 mm, já na faixa oriental onde se tem uma topografia mais diversificada, tem-se o predomínio de índices superiores a 1.500 mm.

Segundo Bayer (2010), a distribuição da precipitação na região da Depressão do Araguaia segue um padrão regional caracterizado por uma diminuição gradual dos índices de pluviosidade do sul para o norte.

Neste contexto, observa-se que nas sub-bacias hidrográficas do Médio Araguaia, as precipitações estão inter-relacionadas com as características do relevo, onde os contrafortes da Serra Dourada e da Serra do Peixe, controlam orograficamente as chuvas, elevando localmente os índices de pluviosidade (BAYER, 2010).

De acordo com Campos et al., (2001), a configuração topográfica do Estado de Goiás exerce influencia de forma direta na "distribuição das precipitações médias mensais e temperaturas", na medida em que se constata valores maiores de pluviosidade e valores menores de temperatura nas áreas de maior altitude posicionadas a leste, e menores índices de pluviosidade e maiores temperatura nas áreas com menores cotas altimétricas (áreas rebaixadas) inseridas no planalto (VIEIRA, 2014).

A espacialização da série histórica de 33 anos (1985 a 2017) distribuídos pelos 19 postos pluviométricos pertencentes aa Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho demonstra esta influência da configuração topográfica na sua distribuição. Observa-se que os índices pluviométricos acima de 1.500 mm estão concentrados em áreas, cujo relevo se classifica como ondulado e fortemente ondulado e altitude acima de 600 m.

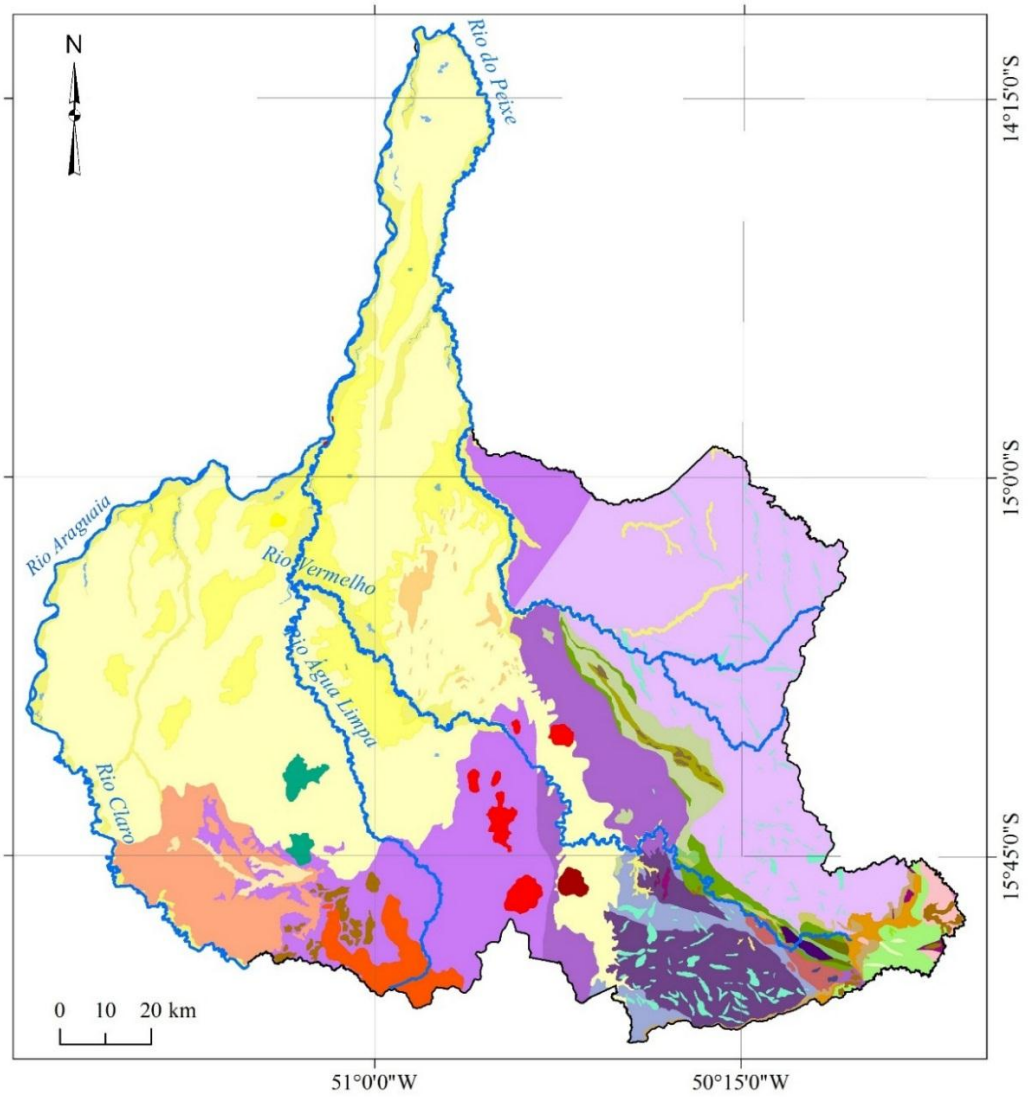
3.3.3 Geologia

Na geologia da microrregião destacam-se nove grandes domínios de acordo com os dados da Superintendência de Geologia e Mineração (SIC) (2008), conforme ilustram o Mapa 09 e Tabela 11:

1) A Bacia do Bananal: (municípios de Aruanã, Britânia, Matrinchã, o centro-norte de Jussara e Santa Fé de Goiás, norte de Itapirapuã), rochas sedimentares (fácies depósitos aluvionares com silte e areia siltosa, inconsolidados e fácies terraços aluvionares com sedimentos síltico-arenosos e arenosos inconsolidados com níveis conglomeráticos), abrangendo de forma significatica a porção oeste (SIC, 2008);
2) O Complexo Granito-Gnáissico: ocupando a extensão leste (Municípios de Goiás, Faina e Araguapaz). Esta unidade contém rochas Sedimentares compondo uma litologia com depósitos de areia, depósitos de cascalho, aglomerado, laterita, argila e areia, rochas Metamórficas representada por litologia do tipo serpentinito e talco xisto e rocha Ígnea-Metamórfica com litologia de tonanlito gnaisse, granodiorito e granito (SIC, 2008);

3) Complexo Uvá: gnaisse tonalítico e intrusões graníticas a granodioríticas; Suíte Rio do Índio: tonalito gnaisse, granodiorito e diorito, geotecnia do Embasamento Brasília – Faixa Brasília – Terrenos Granitos Greenstone – Complexo Granito-Gnáissico: abrangendo o oeste de Goiás e Faina, a faixa leste de Itapirapuã e o sul de Matrinchã (SIC, 2008);
4) Embasamento Brasília – Faixa Brasília – Terrenos Granitos Greenstone – Greenstone Belt: Grupo Goiás Velho – Formação Córrego Manoel Leocádio – Formação Serra de Santa Rita – Unidade 1 (Litofácies Dolomito) e Unidade 2 (Clástica Psamo-pelítica), rochas Metamóficas e litologia – xisto, metabasalto, serpentinito, filito, metachert e em menor expressão as rochas sedimentares com litologia de dolomito, aglomerado, laterita, argila e areia compreendendo a Serra Dourada (SIC, 2008);

Mapa 09 - Geologia - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: SIG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração–SIC, 2008; **Elaboração:** A autora, 2019.

5) Arco Magmático de Goiás – Granitóides: Complexo Plutônico do Arco Magmático de Goiás – Unidades Oortognaisses do Oeste de Goiás - se estende numa faixa central da microrregião no sentido norte-sul (leste de Jussara, sudoeste de Santa Fé de Goiás, área

central de Itapirapuã e o oeste de Araguapaz), predominando as rochas Ígneas-Metamórficas com litologia do tipo gnaisse, tonalito, granito (SIC, 2008);

6) Bacia do Paraná: Grupo Paraná – Formação Furnas, abrange a região central de Jussara e centro-oeste de Santa Fé de Goiás, caracterizada por rochas Sedimentares com litologias que compreendem a depósitos de areia, depósitos de cascalho, arenito e folhelho e rocha Ígnea com litologia do tipo gabro (SIC, 2008);
7) Arco Magmático de Goiás – Sequências Metavulcanossedimentares Anicuns-Itaberaí: Abrange o extremo leste do município de Goiás, apresentando classes de rochas do tipo Sedimentar (aglomerado, laterita, argila, areia) e rochas Metamórficas (xisto, mármore calcítico) (SIC, 2008);
8) Suíte Jurubatuba: Cinturões Paleoproterozóicos-Terrenos Granito-gnáissicos com litologia do tipo metatonalito, metagranito e rocha Metamórfica alocada no extremo leste de Goiás (SIC, 2008);
9) Bacia Intracontinental – Sequência Pós-Rift: Grupo Serra Dourada, está presente no sul e leste do município de Goiás (destacando-se o Parque Estadual da Serra Dourada) quartzito arcoseano, conglomerado, clorita xisto, xisto granatífero, xisto, muscovita quartzito e norte de Matrinchã, sul de Aruanã,, caracterizando-se pelas rochas metamórficas e litologia de xisto carbonático e micaxisto (SIC, 2008).

Tabela 11 - Áreas e percentagem das unidades de geologia.

Cód.	LEGENDA	Área km²	(%)	Cód.	LEGENDA	Área km²	(%)
01	A_gamma_4	3,6	0,02	22	NP_gamma_2c	31,67	0,16
02	A3_beta_d	22,63	0,11	23	NP_gamma_3snn	135,23	0,67
03	A3_teta_ml	180,91	0,89	24	NP_gamma_3snnb	1,4	0,01
04	A3agr	3486,01	17,24	25	NP_gamma_3snsi	268,91	1,33
05	A3cc	0	0,00	26	NP1_gamma_1gn	1978,73	9,79
06	A3li1	29,73	0,15	27	NP2ais	0,84	0,00
07	A3li2	27,97	0,14	28	NP3_gamma_2it	1,46	0,01
08	A3ssr1	55,49	0,27	29	NP3_gamma_pc	81,34	0,40
09	A3ssr1do	17,62	0,09	30	NPai	151,61	0,75
10	A3ssr2	300,81	1,49	31	NPaicc	1,32	0,01
11	A3u	939,17	4,65	32	NPaiff	9,21	0,05
12	A3urf	278,73	1,38	33	PP1_mu	231,36	1,14
13	A3uri	690,3	3,41	34	PP2_gamma_1j	66,79	0,33
14	Asca1	1,86	0,01	35	PP4sda	68,87	0,34
15	Asca2	25,24	0,12	36	PP4sdacgl	0,48	0,00
16	D1f	791,75	3,92	37	PP4sdb	84,41	0,42
17	Dpg	72,51	0,36	38	PP4smb	107,05	0,53
18	JK_lambda_i	78,3	0,39	39	Q2a	1288,7	6,37
19	Massa de Água	113,71	0,56	40	Qag1	1501,72	7,43
20	N1dl	118,54	0,59	41	Qag2	6931,72	34,29
21	NP_gamma_1ag	20,36	0,10	42	Qdi	16,76	0,08
TOTAL						20214,81	100

Organização: A autora, 2019.

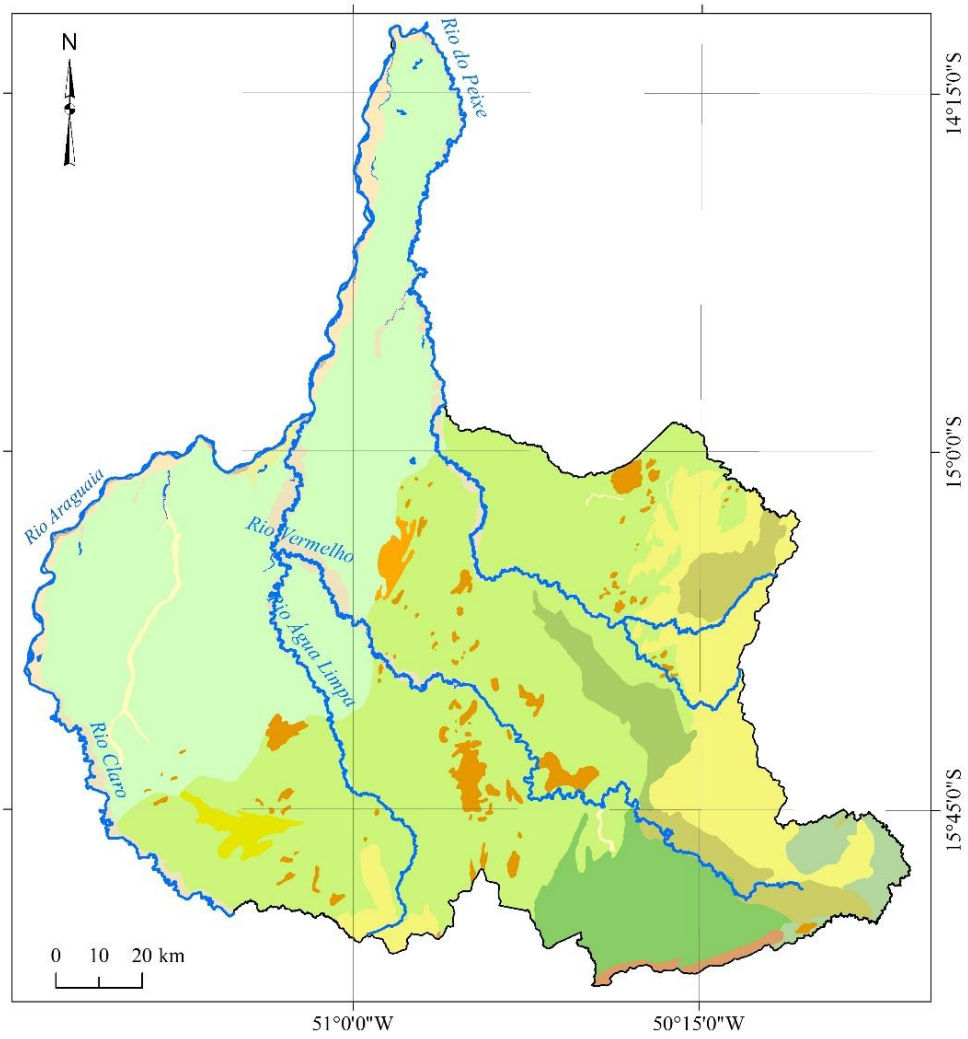
A microrregião Rio Vermelho apresenta três grandes domínios topográficos, na zona oeste, apresentando o domínio de terras planas de Formações Superficiais e Coberturas Detrito-lateríticas cenozoicas com altitudes de até 500 m, caracterizando a depressão do rio Araguaia. Compõe uma faixa intermediária com rochas sedimentares e geotecnia do Arco Magmático de Goiás – Granitoides. O relevo acidentado e com altos índices de declividade no leste da microrregião e altitude acima de 700 m, consistindo no Embasamento da Faixa Brasília, Terrenos Granitos Greenstones Belts - Complexos Granito-Gnáissico arqueanos, apresentando estruturas dobradas como a Serra Dourada.

3.3.4 Geomorfologia

A geomorfologia da microrregião Geográfica Rio Vermelho está associada a 10 unidades predominantes que caracterizam sua estrutura com base nos dados da Superintendência de Geologia e Mineração – SIC (2006), conforme Mapa 10 e Tabela 12.

1) Áreas planas, denominadas de Superfície Regional de Aplainamento com cotas altimétricas entre 250 m e 400 m e nível de dissecação muito fraca, inserida na Bacia do Bananal, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas com sistemas lacustres associados, abrangendo o oeste da microrregião, estando nesta unidade a maior parte das áreas com uso de agricultura irrigada. È uma unidade onde ocorre formação de lagos, devido aos contrastes no comportamento do fluxo hídrico no perfil e ao aumento da impermeabilidade das rochas não-alteradas ou dos saprolitos extremamente compactos e argilosos, fluxos subsuperficiais sob do nível da laterita são responsáveis pelo transporte mecânico de particulados finos e/ou em dissolução. O fluxo “é preferencialmente concentrado em áreas onde há interferência de sistemas de fraturas conjugadas podendo ser ainda transmitido na direção da declividade geral da unidade litológica” (LATRUBESSE e CARVALHO, 2006).
2) Áreas denominadas de Superficie Regional de Aplainamento com altitude variando entre 250 m e 400 m, mas com nível de dissecação média, desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas, abrangendo toda a extensão central da microrregião (direção Araguapaz-Jussara), unidade geomorfológica que está associada a áreas da Bacia do Paraná e Arco Magmático de Goiás – Granitóides inseridas de forma parcial nos municípios de Jussara e Itapirapuã (SIC, 2006);

Mapa 10 - Geomorfologia - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Legenda

Microrregião Geográfica Rio Vermelho

Geomorfologia

- ED-FCE(mfo) - Estrutura Dobrada com Forte Controle Estrutural com dissecacao muito forte
- FA - Faixa Aluvial
- HB-ED-MC - Estrutura Dobrada formando Hogbacks, associada a Morros e Colinas
- MC - Relevo de Morros e Colinas
- MC(fo) - Relevo de Morros e Colinas com dissecacao forte
- MC(m) - Relevo de Morros e Colinas com dissecacao media
- MC(mfo) - Relevo de Morros e Colinas com dissecacao muito forte
- MC-FCE - Relevo de Morros e Colinas com Forte Controle Estrutural
- MC-FCE(mfo) - Relevo de Morros e Colinas com dissecacao muito forte e Forte Controle Estrutural
- Massa d'agua
- PFba - Planicie Fluvial com Bancos Acrescidos
- PFei - Planicie Fluvial com Escoamento Impedido
- PFem - Planicie Fluvial com Espiras de Meandro
- PFm - Planicie Fluvial com Padrao Meandriforme
- SRAIIIA(m) - Superficie Regional de Aplainamento IIIA com cotas entre 700 e 800 m
- SRAIIIA-MC(mfo) - Superficie Regional de Aplainamento IIIA com cotas entre 700 e 800 m.
- SRAIVC1(fr) - Superficie Regional de Aplainamento IVC com cotas entre 250 e 400 m.
- SRAIVC1(m) - Superficie Regional de Aplainamento IVC com cotas entre 250 e 400 m.
- SRAIVC2-LA(mfr) - Superficie Regional de Aplainamento IVC com cotas entre 250 e 400 m.

Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: SIG-Goiás - Superintendência de Geologia e Mineração–SIC, 2006; **Elaboração:** A autora, 2019.

3) Superfície Regional de Aplainamento em zonas de altitude entre 700 m e 800 m, com nível de dissecação média, com desenvolvimento sobre rochas pré-cambrianas (Arco Magmático de Goiás – Sequências Metavulcanossedimentares/Cinturão Paleoproterozóico – Terrenos Granito-gnáissicos), com ocorrência no extremo leste do município de Goiás caracterizada por seu relevo de baixa inclinação e grandes áreas de uso agrícola de sequeiro e irrigação por pivô central (SIC, 2006);
4) Superficie Regional de Aplainamento em cotas altimétricas de 700 m a 800 m de altitude, com nível de dissecação classificado como muito forte, sendo desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas e associada a Morros e Colinas (Embasamento Brasília – Faixa Brasília – Terrenos Granitos Greenstone – Complexo Granito-Gnáissico) (SIC, 2006);
5) Relevo de Morros e Colinas com forte nível de dissecação, se estende por um alinhamento norte-sul ocupando uma faixa leste de Araguapaz, Faina e Goiás, associada a geologia dos complexos granito-gnáissico e em menor expressividade ocorrendo nas mediações da cidade de Jussara (SIC, 2006);
6) Relevo de Morros e Colinas estando presente em toda a microrregião, exceto á área Bacia do Bananal. Estas unidades constituem em "remanescentes de litologias" mais resistentes à erosão, que foram preservados à medida que uma superficie regional de aplainamento evolui com tendência recuante, muitas vezes, com um forte controle estrutural - paisagens dobradas, rochas metamórficas com estruturas bem marcadas (LATRUBESSE e CARVALHO, 2006);
7) Relevo de Morros e Colinas com dissecação muito forte e forte controle estrutural, esta unidade está associada ao Embasamento BSB-Faixa BSB – TGG – Greenstone Belt em seu alinhamento no município de Goiás (Complexo da Serra Dourada), estando também presente na região leste de Araguapaz, tendo sua estrutura interligada ao Embasamento BSB-Faixa BSB – TGG – Complexos Granito-Gnáissico (SIC, 2006);
8) Estrutura Dobrada com Forte Controle Estrutural com dissecação muito forte com associação a geologia de Embasamento BSB-Faixa BSB – TGG – Greenstone Belt em seu alinhamento no município de Faina (Complexo da Serra Dourada) (SIC, 2006);
9) Estrutura Dobrada formando Hogbacks, associada a morros e colinas ligada aos Complexos Granito-Gnáissico (SIC, 2006);
10) Relevo de Morros e Colinas com dissecação de nível médio localizado na divisa entre Jussara e Santa Fé de Goiás e com forte controle estrutural alocados na divisa dos municípios de Matrinchã com Aruanã (SIC, 2006).

Tabela 12 - Áreas e percentagem das unidades de geomorfologia.

Cód.	LEGENDA	Área km²	(%)	Cód.	LEGENDA	Área km²	(%)
01	ED-FCE(mfo)	436,5	2,16	11	PFba	47,5	0,23
02	FA	106,36	0,53	12	PFei	51,81	0,26
03	HB-ED-MC	100,03	0,49	13	PFem	308,56	1,53
04	Massa d'agua	154,55	0,76	14	PFm	692,8	3,43
05	MC-FCE	84,15	0,42	15	SRAIIIA-MC(mfo)	1185,39	5,86
06	MC-FCE(mfo)	703,51	3,48	16	SRAIIIA(m)	334	1,65
07	MC	473,64	2,34	17	SRAIVC1(fr)	3,01	0,01
08	MC(fo)	1961,99	9,70	18	SRAIVC1(m)	7192,88	35,58
09	MC(m)	155,05	0,77	19	SRAIVC2-LA(mfr)	6221,54	30,77
10	MC(mfo)	1,54	0,01	-		20214,81	100,00
TOTAL							

Organização: A autora, 2019.

As unidades geomorfológicas na zona centro-oeste da microrregião, demonstram condições favoráveis devido sua topografia plana e suavemente ondulada a serem utilizadas para implantação de atividades agrícolas com recurso à mecanização e sistemas de manejo com emprego de investimento em pesquisa agropecuária para correção do solo, suprindo deficiências de fertilidade do solo e adoção de medidas mitigadoras quanto aos impactos ambientais gerados. Já a zona leste da microrregião possui uma topografia diversificada com relevo acidentado caracterizando um relevo de estruturas dobradas e forte dissecação, associado a solos com alto teor de areia e cascalhos.

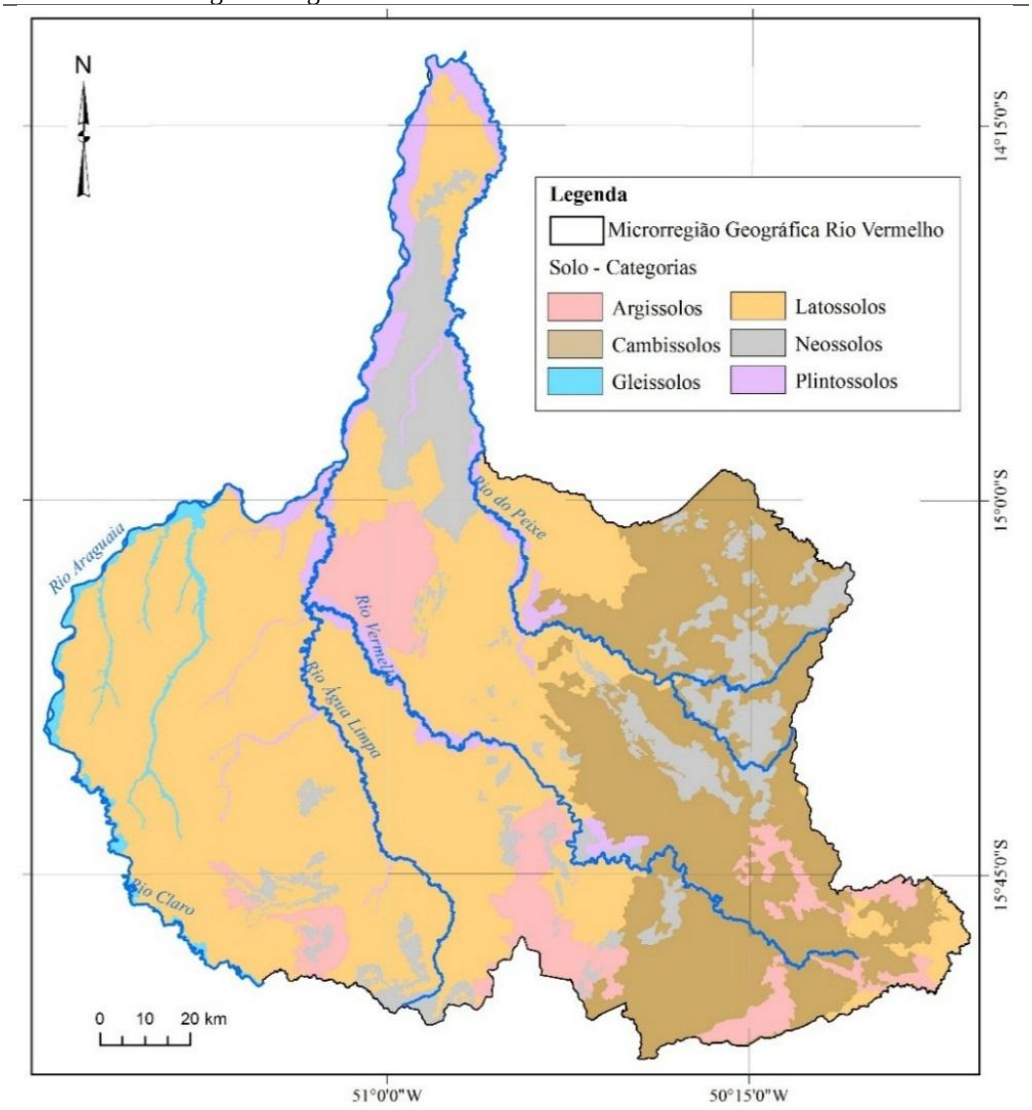
3.3.5 Solos

Analisando o mapeamento de solos disponibilizado pela Agência Ambiental de Goiás, observa-se que sua gênese possui uma correlação com a topografia da microrregião. A região da depressão (extensão ocidental) é caracterizada pelo predomínio dos Latossolos (48,93%) com relevo plano e suave ondulado, de textura classificada como argilosa e média argilosa, as chamadas terras baixas, são coberturas sedimentares não dobradas.

Contrapondo-se por sua vez à região das chamadas terras altas (extensão oriental) caracterizada por solos do tipo Cambissolos (23,62%) de relevo classificado de suave ondulado, ondulado e forte ondulado com predomínio de textura média e argilosa, conforme Mapa 11.

Segundo Embrapa (2006), são áreas que apresentam um forte "controle estrutural", gerando importantes elementos orográficos, orientados principalmente em sentido N-S, "solos imaturos, poucos evoluídos, geralmente pedregosos e, devido à heterogeneidade do material de origem", são muito variáveis, mas apresentam-se bem drenados e pouco profundos (BAYER, 2010).

Mapa 11 - Solos - Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Projeto RADAMBRASIL, Agência Ambiental de Goiás (2005); **Elaboração:** A autora, 2019.

Entremeado a esses dois grandes domínios, tem-se a presença dos Argissolos (8,27 %) nos municípios de Aruanã, Jussara Itapirapuã e Goiás reunindo características de relevo variando de plano, suave ondulado, ondulado a forte ondulado associado a textura argilosa, média argilosa e média cascalho/argilosa cascalho.

Os Neossolos quartzarênicos (11,66 %) estão presentes na região central do município de Aruanã apresentando relevo plano com textura média, nas áreas de altitude mais elevadas de Jussara, Santa Fé de Goiás, e expressiva ocorrência de Neossolo Litólico no município de Faina e Araguapaz na sua faixa leste com relevo ondulado a forte ondulado e textura de modo geral média.

Nas áreas de vales têm-se os solos aluviais como os Gleissolos (1,51 %) de relevo plano e textura argilosa, caracterísitico pelas várzeas, ocorrendo principalmente na Subbacia do rio Claro, e os Plintossolos (6,00 %) nas subbacias dos rios Vermelho e do Peixe com relevo plano e textura argilosa.

De modo geral, são solos que apresentam deficiências quanto à fertilidade, sendo necessário a aplicação de investimentos para correção do solo, como calagem e fertilização química e adoção de práticas de manejo de uso e conservação do solo.

Contudo, Barreira (1997), faz a ressalva de que esses solos apresentam restrições às práticas agrícolas, embora sejam razoáveis para o pastoreio. Essas restrições, relativamente baixas, devem-se geralmente ao fato de possuírem boas propriedades físicas e serem bem drenados.

4.3.6 Relevo

As características da topografia na microrregião apresentam fatores que explicam as formas de uso da terra e cobertura vegetal, pois seu relevo é predominantemente plano e suave ondulado, sua declividade predomina entre 0 a 3 %, de acordo com a classificação de inclinação do terreno feita pela Embrapa Solos (1979).

As cotas altimétricas destas áreas de relevo plano e suavemente ondulado variam entre 200 a 300 m e de 300 a 400 m, representando 87,32 % da área total, não oferecendo, portanto, grandes restrições para as práticas agrícolas, permitindo a prática de uma agricultura mecanizada e com preceitos modernos de práticas de manejo, como a irrigação (Mapas 12 e 13).

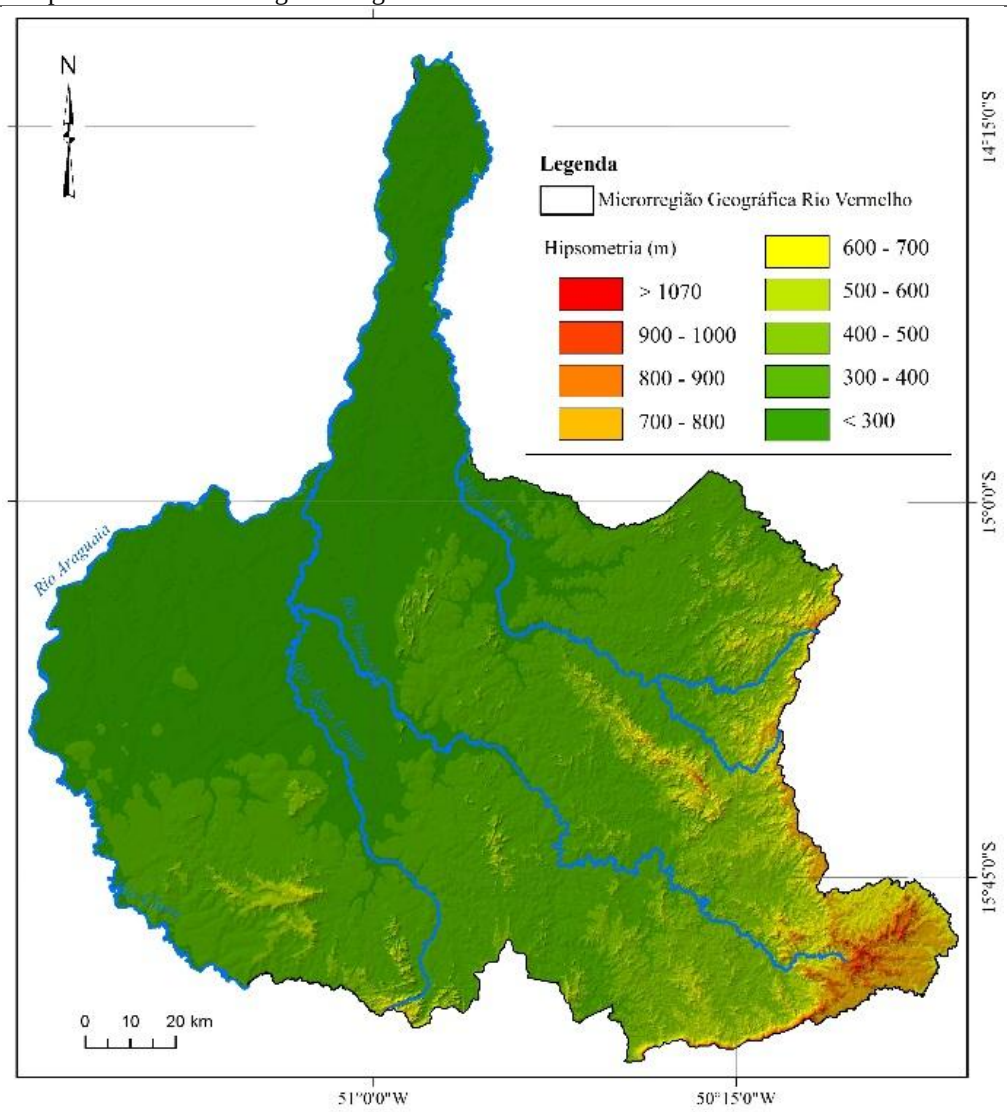
Na extensão leste da microrregião destaca-se a Serra Dourada, são as as chamadas terras altas da microrregião com presença de estruturas dobradas e unidades com forte controle estrutural, predominando as maiores altitudes, sendo 1.061 m o ponto mais alto.

Nesta faixa, a declividade se classifica nos patamares de 3 a 8 % (relevo suavemente ondulado) ocupando 10,96 % da área territorial, 8 a 20 % (relevo ondulado), áreas que apresentam práticas de atividades pastoris e as áreas com inclinação de 20 a 45 %, constituindo em 1,69 % e 0,02 % respectivamente

Tais características físicas que compõem esta compartimentação topográfica da região, demonstram que as áreas de altitudes mais elevadas apresentam, por sua vez maiores níveis de inclinação e que coincidem com a maior parte das áreas de vegetação natural.

Para Barreira (1997), estas áreas que apresentam forte aptidão para atividade pastotil, “as pastagens naturais e a cobertura de cerrado e mata-cerrado devem ser preservadas”, sob o risco de se desencadearem processos erosivos no solo, devido aos altos índices de declividade constatados.

Mapa 12 - Hipsométria – Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO

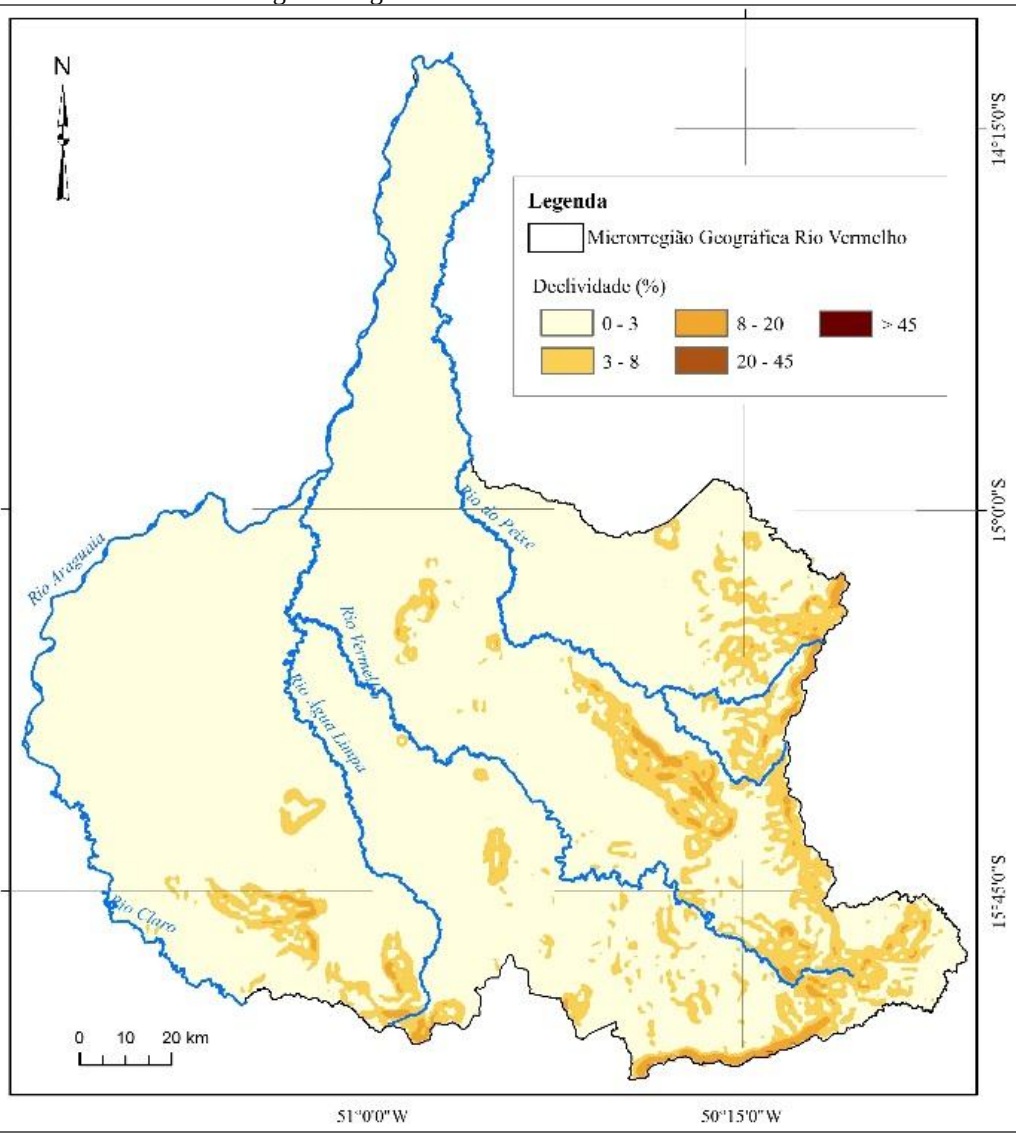


Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem SRTM/USGS; IMG; SEGPLAN, 2017.
Elaboração: A autora, 2019.

Para Barreira (1997, p. 55):

se a planície é mais propícia às práticas agrícolas, seu desmatamento acelerado pode contribuir para o aparecimento de um problema de difícil solução: a degradação dos solos e o consequente assoreamento dos rios e ribeirões. As matas ciliareas que os protegem do escoamento superficial das águas, não mais existindo, deixam o caminho aberto às enxurradas, que carreiam para o fundo dos rios o solo arado das máquinas

Mapa 13 - Declividade – Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem SRTM/USGS; IMG; SEGPLAN, 2017.
Elaboração: A autora, 2019.

As geoinformações demonstram condições favoráveis a novas redefinições de usos, justificando em parte a inserção de atividades agrícolas com alta tecnificação, imprimindo transformações na organização espacial, e revelando novas funções adquiridas pela região. Contudo, ressalta-se a importância de se estabelecer estratégias de desenvolvimento que ofereçam menor impacto potencial possível em relação aos fatores limitantes.

4.3.7 Cobertura Vegetal

Com base no estudo fitogeográfico realizado por meio do Projeto RADAMBRASIL (1981), na microrregião Rio Vermelho se destaca originalmente, grandes domínios, que são:

1) O domínio de florestas: com destaque para a formação de floresta estacional semidecidual aluvial ou floresta aluvial que ocorrem em área de planícies, terrenosdatados do quaternário, condições climáticas bem definidas pela estação seca, apresentando estruturas parecidas com as matas ciliares e mata de galeria, porém com características florísticas que as diferenciam. Esta fisionomia encontra-se presente às margens do Rio Araguaia e de alguns dos seus afluentes como na subbacia hidrográfica do Rio Claro (áreas com solos dos tipos Gleissolos e Plintossolos e altitude inferior a 300 m) (RADAMBRASIL, 1981);
2) As áreas de tensão ecológica ou áreas de contato: constituem áreas que contemplam limítrofes entre vegetações distintas, podendo em alguns casos ser proveniente de contato de formações geológicas distintas (RADAMBRASIL, 1981);
3) De acordo com o estudo fitogeográfico, existe nas áreas de tensão ecológica entre os distintos tipos de vegetação que se contatam, sendo verificado misturas de espécies e frequentemente a ocorrência de endemismos. A separação de formas fisionômicas diferentes, portanto, permitiu individualizar estas áreas como contatos em forma de encraves da "Floresta Ombrófila/Floresta Estacional e da Savana/Floresta Estacional". Na forma de mistura de espécies ocorrem Savana e Floresta Estacional, delimitada apenas pela posição topográfica que ocupa (RADAMBRASIL, 1981).

   Este domínio tem presença maciça na unidade da Depressão do Araguaia, recobrindo expressivamente o município de Aruanã, Britânia e região norte de Jussara, constituindo em importante formação vegetal a nível regional, sofrendo grandes transformações espaciais, dando lugar às formações de pastagens (RADAMBRASIL, 1981);
4) O domínio das Savanas: é constituída por uma vegetação xeromórfica com fisionomias bastante diversificadas, constando formação de savana arbórea densa a savana gramíneo-lenhosa (fisionomia campestre) (RADAMBRASIL, 1981);

   Abrangendo uma área considerável da microrregião, área topograficamente mais diversificada, ocorrendo de forma integrada com outras formações savânicas, mas principalmente nas regiões de encostas da Serra Dourada tem-se a savana arbórea densa ou cerradão com composição florística heterogênea e característica estrutural arbórea. As formações de savana arbórea aberta situadas em terrenos classificados com relevo ondulado e com altitude variando de 300 a 500 m, em geral sofrem queimadas todos os anos (BARREIRA, 1997).

A presença da savana parque no município de Aruanã, característica por sua posição geográfica, sendo delimitada por áreas de encharcamento, predominando espécies de plantas típicas da Planície do Bananal (BARREIRA, 1997).

No contexto atual, segundo Oliveira (2017, p. 81), "a fitofisionomia do Cerrado, ainda remanescente nesse compartimento em áreas de difícil uso econômico, é composta por Matas de Galeria, Cerrado Denso, Típico e o Rupestre".

4.3.8 Aptidão Agrícola

As informações iniciais produzidas sobre avaliações de aptidão agrícola no estado de Goiás foram realizadas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (1975) e a metodologia de trabalho utilizada neste mapeamento considerou três grandes sistemas de manejo distintos: primitivo, semi-desenvolvido e desenvolvido, ponderando quanto aos ciclos curto e longo das plantas.

Outro levantamento denominado "Aptidão Agrícola das Terras do Estado de Goiás", também realizado pela EMBRAPA (1989), adotou como metodologia, as aptidões específicas dos solos para atividades de lavouras, pastagens cultivadas e nativas, silvicultura, terras sem aptidão agrícola, níveis de exigência de fertilizantes e corretivos, emprego de técnicas conservacionistas e níveis de possibilidades de mecanização (EMBRAPA, 1989).

De acordo com os dados da Embrapa (1989, p.15), a agricultura:

> é uma atividade dependente, em grande parte, do meio físico. O aspecto ecológico confere fundamental importância ao processo de produção agropecuária. Um país ou região apresenta várias sub-regiões com distintas condições de solo e de clima e, portanto, com distintas aptidões para produzir diferentes bens agrícolas. Ainda que a tecnologia permita superar, em grande parte, as limitações derivadas do condicionamento ecológico, convém salientar que a imobilidade dos recursos naturais restringe o raio de manobra do planejamento e condiciona, parcialmente, as decisões relacionadas com seu uso para a produção agrícola. Constitui este trabalho uma avaliação qualitativa da disponibilidade dos recursos das terras do Estado de Goiás, contemplando alternativas de seu melhor uso através da adoção de distintos níveis de manejo dos solos e da indicação de diferentes tipos de utilização.

Em 2009 foi elaborado o mapa de aptidão agrícola a partir do Macrozoneamento Ecológico - Econômico do Estado de Goiás (Mapa 14), com a finalidade de subsidiar o planejamento regional por meio de indicativo de regiões com potencialidade para a atividade agropecuária. Para tanto, foram utilizadas as informações de solos definidas no projeto de Zoneamento Agroecológico da Cana-de-açúcar no estado de Goiás, elaborado pela Embrapa (MACROZEE, 2009).

Segundo dados do Macrozee (2009, p. 27), trata-se de uma “metodologia apropriada para avaliar a aptidão agrícola de grandes extensões de terras, devendo sofrer reajustamento no caso de ser aplicada a pequenas glebas de agricultores individualmente”.

Neste contexto, foram avaliados e considerados para a definição das classes de aptidão agrícola, diferentes níveis de manejo praticados pelos agricultores em seu aspecto técnico, social e econômico, tendo como parâmetro os níveis de tecnologias empregados. A utilização desta metodologia considerou de acordo com o Macrozee (2009), nas seguintes categorias de manejo:

1) *Nível de Manejo A* – dotado de baixo nível de emprego de tecnolgias, devido a inexistência de investimento de capital em práticas de manejo das atividades agropecuárias, melhoramento e conservação da terra (MACROZEE, 2009);

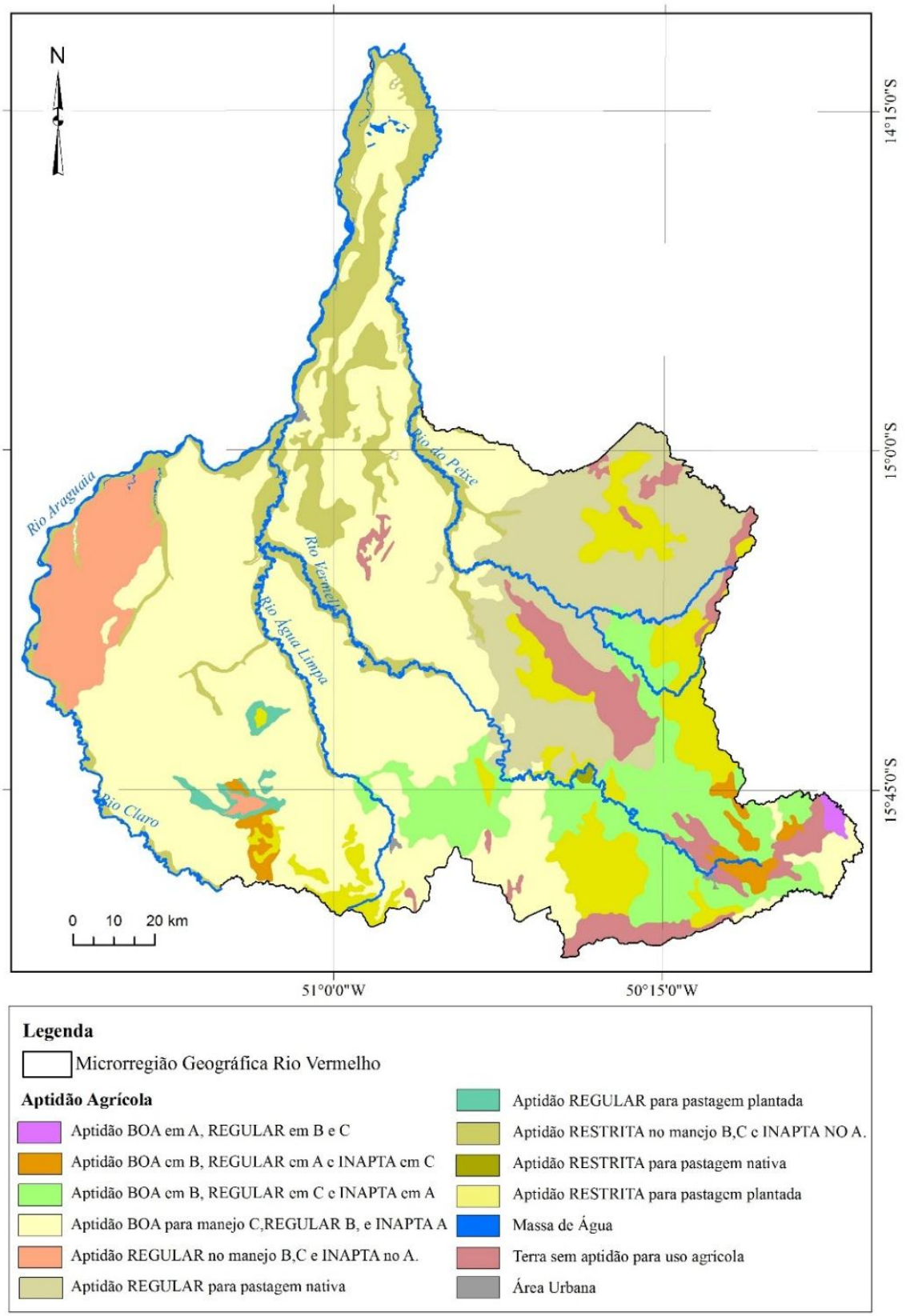
2) *Nível de Manejo B* – constata-se a empregabilidade de nível médio de tecnologias, mediante iniciativas modestas de investimento de capital, absorção de inovações no ramo de pesquisas para práticas de manejo agropecuária, melhoramento e conservação da terra (MACROZEE, 2009);

3) *Nível de Manejo C* – utilização de alto nível tecnológico, caracterizando-se por maciço investimento de capital e de resultados de pesquisas absorção de inovações de técnicas de manejo de lavouras e conservação da terra (MACROZEE, 2009);

Tendo como referência estas categorias de avaliação de aptidão agrícola das terras e os diversificados tipos de utilização (lavoura, pastagem cultivada, pastagem natural e silvicultura), foram estabelecidas 4 (quatro) classes de aptidão denominadas de: boa, regular, restrita e inapta (Tabela 13).

A partir das características do relevo e do solo, observa-se o predomínio da classe boa aptidão agrícola com alto nível tecnológico de práticas de manejo, seguida da classe de aptidão regular no patamar da Planície do Bananal, mas com sérias restrições às áreas de Plintossolos e Gleissolos (várzeas).

Mapa 14 - Aptidão Agrícola – Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Macrozoneamento Agroecológico e Econômico de Goiás - MACROZAEE – SICAM/SEMARH/SEAGRO (2009).
Elaboração: A autora, 2019

Tabela 13 - Áreas e percentagem das classes de aptidão agrícola na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Cód.	Aptidão Descrição - APTIDAO AGRICOLA	Área km²	(%)
01	Aptidão BOA em A, REGULAR em B e C	43,66	0,22
02	Aptidão BOA em B, REGULAR em A e INAPTA em C	269,18	1,33
03	Aptidão BOA em B, REGULAR em C e INAPTA em A	1951,36	9,65
04	Aptidão BOA para manejo C, REGULAR B, e INAPTA A	9309,30	46,05
05	Aptidão REGULAR no manejo B, C e INAPTA no A.	1031,13	5,10
06	Aptidão REGULAR para pastagem nativa	2471,95	12,23
07	Aptidão REGULAR para pastagem plantada	131,47	0,65
08	Aptidão RESTRITA no manejo B, C e INAPTA NO A.	2199,17	10,88
09	Aptidão RESTRITA para pastagem nativa	19,124	0,09
10	Aptidão RESTRITA para pastagem plantada	1629,31	8,06
11	Terra sem aptidão para uso agrícola	1030,74	5,10
12	Área Urbana	23,52	0,12
13	Massa de Água	104,84	0,52
TOTAL		20214,81	100,00

Organização: A autora, 2019.

Nos patamares mais elevados da Depressão do Araguaia, áreas denominadas de terras altas apresentam níveis de aptidão que reúne condições consideradas como regular para o desenvolvimento de atividades de pastagens natural, restrições para pastagem cultivada e inapta para o uso agrícola nas zonas onde predominam os solos Cambissolos numa combinação com Neossolos, solos com baixo teor de fertilidade e expressivos níveis de areia (Complexo da Serra Dourada).

Por outro lado, vale ressaltar que para além das características físicos ambientais favoráveis para a prática de diferentes usos, é importante levar em consideração fatores de ordem socioeconômica como agentes limitantes, embora alguns fatores desempenham papel determinante, tais como a declividade do terreno e tipo de solo, os quais apresentam restrições a determinados tipos de utilização, uma vez que os impactos ambientais provenientes, mesmo com o emprego de alta tecnologia no sistema de manejo pode gerar problemas futuros.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Unidades de Paisagem na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás

No contexto de estruturação de uma análise integrada do meio ambiente sob a ótica sistêmica, a Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO foi classificada em unidades de paisagem que a compõem. Para tanto, foram utilizados mecanismos de superposição de mapas relativos a diferentes variáveis geoambientais, tais como: solos, geomorfologia, altimetria e padrão de vegetação, fornecendo uma visão de síntese, instantânea e holística das paisagens.

Neste momento foi possível realizar uma análise conjunta destas variáveis ambientais, levando à compreensão de um sistema integrado e funcional com elementos que se encontram dinamicamente indissociáveis partindo da ideia do todo com a adoção do enfoque sistêmico (Mapa 15 e Tabela 14).

Para Martinelli (2001), a paisagem analisada na sua totalidade social compreendida no arranjo espacial dos componentes temáticos (geologia, relevo, clima, rede de drenagem, vida animal e vegetal e outros), só tem representação por meio de uma cartografia de síntese (MARTINELLI, 2001). Segundo Martinelli (2001), "na lucubração de síntese, o mapa representará unidades espaciais que significam agrupamentos de lugares caracterizados por agrupamentos de atributos".

Para Georges Bertrand a cartografia se coloca como fundamento para sua metodologia de estudo. Nesta perspectiva, a cartografia atua com a apresentação de informações em três momentos: i) dados iniciais de uma pesquisa (planejamento e estratégias); ii) informações que conduzirão à gestão da atividade e; iii) informações provenientes dos resultados finais do trabalho, com possíveis sugestões para um futuro projeto (PISSINATI e ARCHELA, 2009).

A partir dessa análise conjunta foram estabelecidas representações cartográficas compondo cinco (5) unidades paisagísticas, os quais são:

1) *Planície Fluvial*: esta unidade de paisagem caracteriza-se por suas unidades funcionais, não funcionais e faixa aluvial atual (SIC, 2006), onde se tem a presença de vegetação do tipo contato na forma de encraves e/ou enclaves e floresta estacional semidecidual. A planície aluvial no trecho compreendido ao médio rio Araguaia apresenta um mosaico de unidades morfo-sedimentares datadas do Holoceno. Latrubesse e Carvalho (2006), destacam três unidades geomorfológicas: "Planície de Inundação de Escoamento Impedido, Planície Fluvial com Espiras de Meandro (unidade dominada por paleomeandros) e Planície fluvial com bancos de areia".

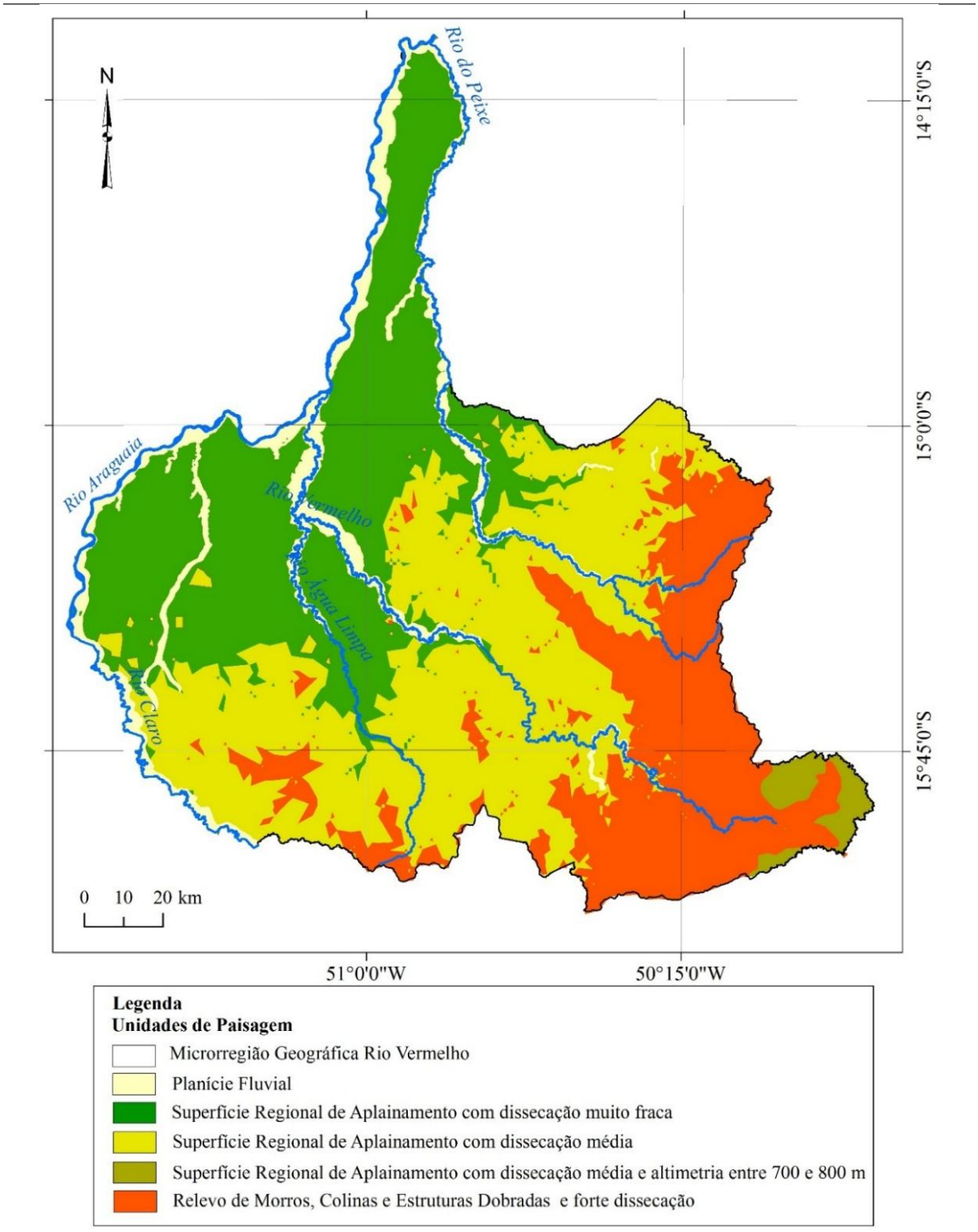
De acordo com o levantamento geomorfológico realizado por Latrubesse e Carvalho (2006), a Microrregião Geográfica Rio Vermelho apresenta Planícies Fluviais funcionais com padrão de meandriformes (PFm), em que os elementos geomorfológicos dominantes são os meandros. Nos locais onde predominam as espiras de meandros e paleomeandros são denominados de Planície Fluvial de Espiras de Meandro (PFem). Nas localidades com domínio da acreção de bancos de areia, tem -se a Planície Fluvial de Bancos Acrescidos (PFba) e nos locais onde não apresentam formas definidas são classificadas como Planície de Escoamento Impedido (PFei).

Afluentes do rio Araguaia como o rio Crixás-Açú, rio do Peixe, rio Vermelho e rio Claro, constituem em planícies fluviais bem desenvolvidas com diferentes unidades caracterizada por rochas pré-cambrianas. Segundo Latrubesse e Carvalho (2006), "estes afluentes apresentam formas associadas ao padrão meandriforme, tais como, espiras de meandros e meandros abandonados formando lagos *oxbow*".

2) *Superfície Regional de Aplainamento com dissecação muito fraca:* esta unidade é desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas com sistemas lacustres associado (tem associação com lagos da planície fluvial do rio Araguaia). Segundo informações da SIC (2006), é uma unidade composta por rochas do pré-cambriano com geração de relevos muito aplainados, cota altimétrica entre 250 e 400 m e níveis de lateritas bem desenvolvidos. Esta unidade paisagística apresenta grandes propriedades com pastagens de uso intensivo e do avanço nos últimos anos da agricultura irrigada e de sequeiro sobre Latossolos, Argissolos e Neossolos com textura variando entre argilosa, argilosa e média, média e argilosa, média e média argilosa/arenosa.

   Dados contidos no Diagnóstico Ambiental do Alto Araguaia (DIARA) realizado no âmbito do projeto de Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado de Goiás - MACROZAE (2014), tem-se a presença de vegetação do tipo Savana Arborizada no extremo norte e sudoeste do município de Aruanã e uma faixa no norte/oeste do município de Jussara, caracterizada por solo com textura mais arenosa, abrigando inclusive área ambiental classificada como prioritária para conservação. Contato na forma de encraves aparece de forma expressiva em Aruanã, Britânia e norte/leste de Jussara. A Savana Parque ocupa uma faixa no sentido N/S de Aruanã, assim como a Savana Florestada no extremo sudeste deste mesmo município.

Mapa 15 - Unidades de Paisagem – Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Dados Geoambientais: Imagem SRTM/USGS-IMG-SEGPLAN (2017); Projeto RADAMBRASIL e Agência Ambiental de Goiás (2016); Superintendência de Geologia e Mineração–SIC (2006 e 2008).
Elaboração: A autora, 2019

3) *Superfície Regional de Aplainamento com dissecação média:* apresenta desenvolvimento sobre rochas pré-cambrianas níveis de lateritas bem desenvolvidos

entre 300 e 400 m de altitude em relevo plano e suave ondulado na Microrregião Geográfica Rio Vermelho. Possui solos do tipo Latossolos, Argissolos e Cambissolos com textura variando entre argilosa (Bacia do Paraná – sul de Jussara), média e argilosa, média predominando no oeste dos municípios de Faina e Araguapaz nas áreas de cambissolos e média/cascalheira/argilosa cascalheira presente no centro/sul do município de Itapirapuã. Em relação a vegetação, os estudos de mapeamento do Macrozae (2014), mostram a presença de Contato na forma de encraves, Savana Arborizada e Savana Florestada.

4) *Superfície regional de aplainamento com dissecação média e altimetria entre 700 e 800 m*: desenvolvida sobre rochas pré-cambrianas. Está compreendida no extremo leste do município de Goiás, apresentando relevo plano e suave ondulado e solo latossolo com textura argilosa o que explica seu uso intensivo para atividade agrícola e vegetação classificada como Savana Arborizada.

5) *Relevo de morros, colinas e estruturas dobradas com forte dissecação:* são morfologias de relevo mais acidentado com cotas altimétricas variando entre 400 a 1.070 m. Seu relevo de modelado convexo é classificado como ondulado, fortemente ondulado e montanhoso em terrenos cristalinos do complexo granito-gnáissico.

   Nesta unidade predominam os solos Cambissolos entremeado por manchas de Argissolos e Neossolos litólicos com textura variando de média/cascalhenta e argilosa/cascalhenta, predominando a atividade de pecuária nesta área. De acordo com o Macrozae (2014), a vegetação de Savana Arborizada e Contato na forma de encraves dominam a paisagem no meio de um mosaico de pastagens.

Tabela 14 - Áreas e percentagem das unidades de paisagem na Microrregião Geográfica Rio Verlemlho – GO.

Cod.	Unidades de Paisagem	Área_km²	(%)
01	Planície Fluvial	1179,97	5,84
02	Superfície Regional de Aplainamento com dissecação muito fraca	6755,28	33,42
03	Superfície Regional de Aplainamento com dissecação média	7516,04	37,18
04	Superfície Regional de Aplainamento com dissecação média e altimetria entre 700 e 800 m	352,36	1,74
05	Relevo de Morros, Colinas e Estruturas Dobradas e forte dissecação	4411,16	21,82
TOTAL		20214,81	100

Fonte: A autora, 2019.

Uma vez definida a unidade de paisagem, esta passa a ser um objeto de forma individualizada com atributos baseados na construção de um banco de geodados multifinalitário reportando aspectos físicos, socioeconômicos da área de estudo, subsidiando sua caracterização sócioambiental, a partir de uma abordagem sistêmica na sua análise.

5.2 Análise do Uso da Terra e Cobertura Vegetal em 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás

A presente análise do uso da terra e cobertura vegetal está embasada na utilização das geotecnologias (Sensoriamento Remoto, GPS, SIG e Análise Multicritério) como suporte na produção de informações geográficas mediante uma abordagem sistêmica, propiciando melhor compreensão da dinâmica ambiental, marcada ao longo do tempo pelas mudanças e novos arranjos da paisagem na microrregião Rio Vermelho.

Considerando a linha do tempo, o inventário do uso da terra e cobertura vegetal[14] foi dividido em três momentos: 2000, 2010 e 2018 para as análises de dados cartográficos temáticos gerados, além das informações de síntese provenientes dos mapeamentos realizados a partir de análise espacial e modelagem geográfica, bases de dados de suporte, derivadas e construção de informações inventariadas para tal finalidade (Mapas 16, 17 e 18).

Tabela 15 - Classes de uso da terra e cobertura vegetal de 2000, 2010 e 018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

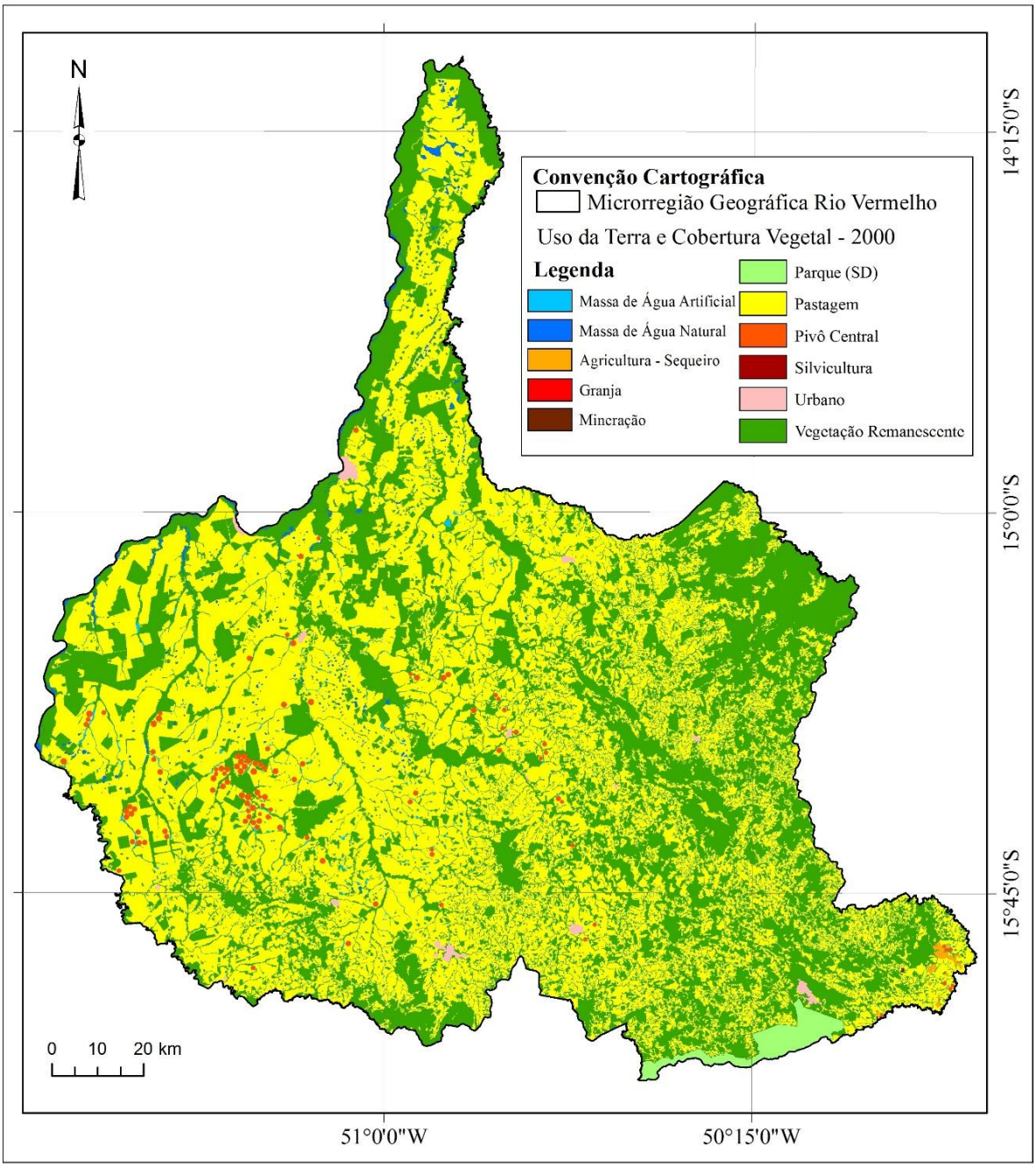
Cód.	Categorias	2000_Área (km²)	(%)	2010_Área (km²)	(%)	2018_Área (km²)	(%)
1	Agricultura Sequeiro	17,53	0,087	28,54	0,141	225,65	1,116
2	Massa de Água Artificial	79,60	0,39	82,11	0,40	84,90	0,42
3	Massa de Água Natural	141,21	0,708	141,21	0,699	141,02	0,698
4	Granja	0,0	0,0	0,0	0,0	1,01	0,005
5	Mineração	0,75	0,004	0,75	0,004	0,75	0,004
6	Parque (SD)	179,49	0,888	179,49	0,888	179,49	0,888
7	Pastagem	11217,84	55,493	11823,86	58,491	11773,99	58,250
8	Pivô Central	112,5	0,557	151,96	0,752	253,02	1,252
9	Silvicultura	0,15	0,001	5,21	0,026	10,77	0,053
10	Urbano	43,58	0,216	48,11	0,238	56,48	0,273
11	Vegetação Remanescente	8422,17	41,66	7753,57	38,356	7487,74	37,04
TOTAL		**20214,8**	**100**	**20214,8**	**100**	**20214,8**	**100**

Fonte: A autora, 2019.

[14] Neste trabalho, como forma de melhorar a visualização geral dos mapas de uso da terra e cobertura vegetal da microrregião Rio Vermelho - GO (2000, 2010, 2018), as tipologias de agricultura e pastagem tiveram suas cores trocadas, não obedecendo ao Manual Técnico de Uso da Terra do IBGE (2013).

O mapeamento de uso das terras e cobertura vegetal no recorte temporal apresentam dados/informações (Tabela 15), elaborados a partir da interpretação de imagens de satélite do programa Landsat, disponibilizadas pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS), permitindo uma leitura do ponto de vista socioambiental.

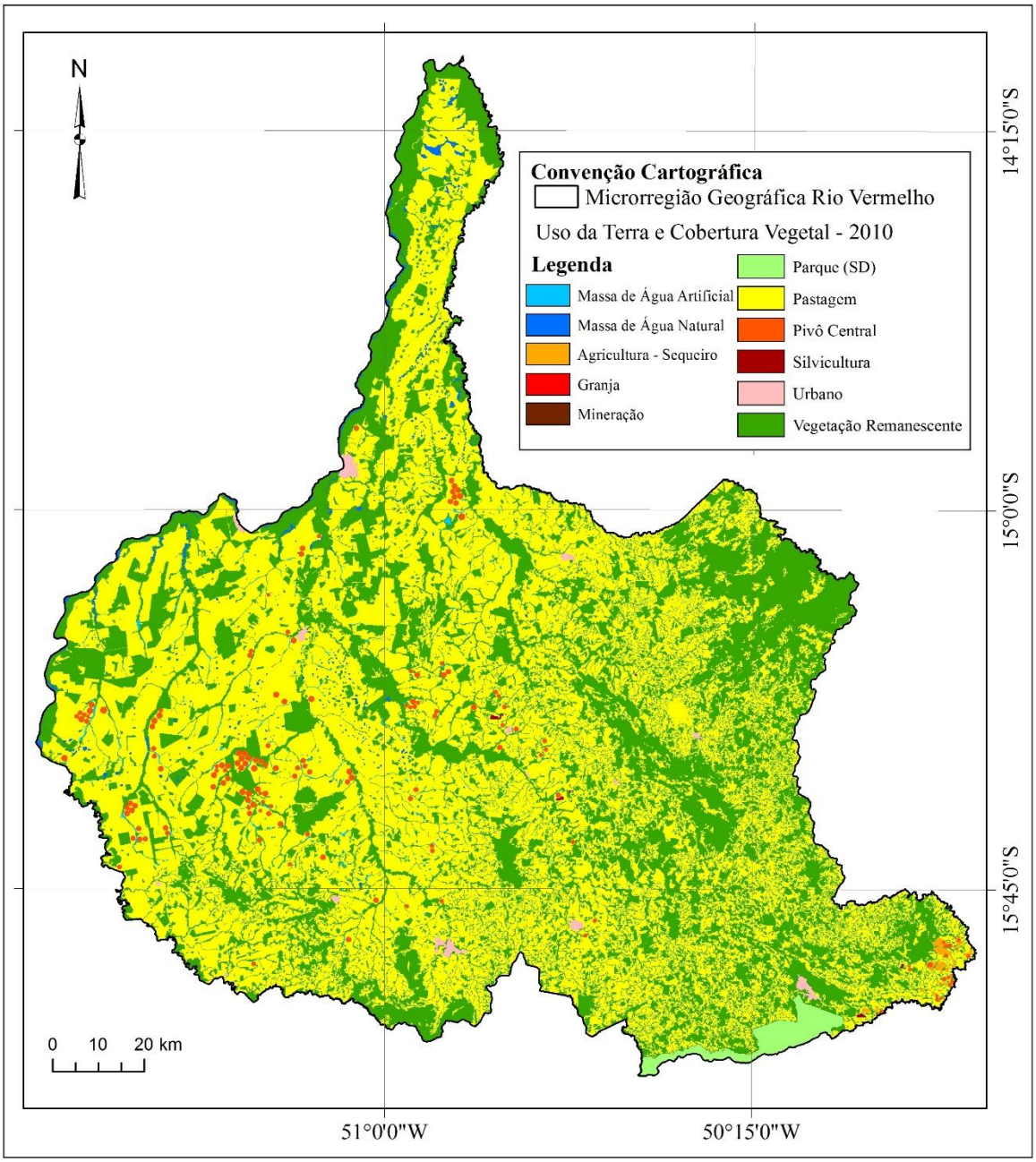
Mapa 16 - Uso da terra e cobertura vegetal em 2000 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem Landsat 7 ETM+ (2000).
Elaboração: A autora, 2019.

A escolha deste recorte temporal se justifica por demonstrar um primeiro delineamento na região ocupada por empresas agropecuárias com interesses econômicos diversificados, imprimindo novo arranjo à configuração espacial da paisagem regional, rompendo a hegemonia da atividade de pecuária com implementação de uma agricultura de alta tecnificação.

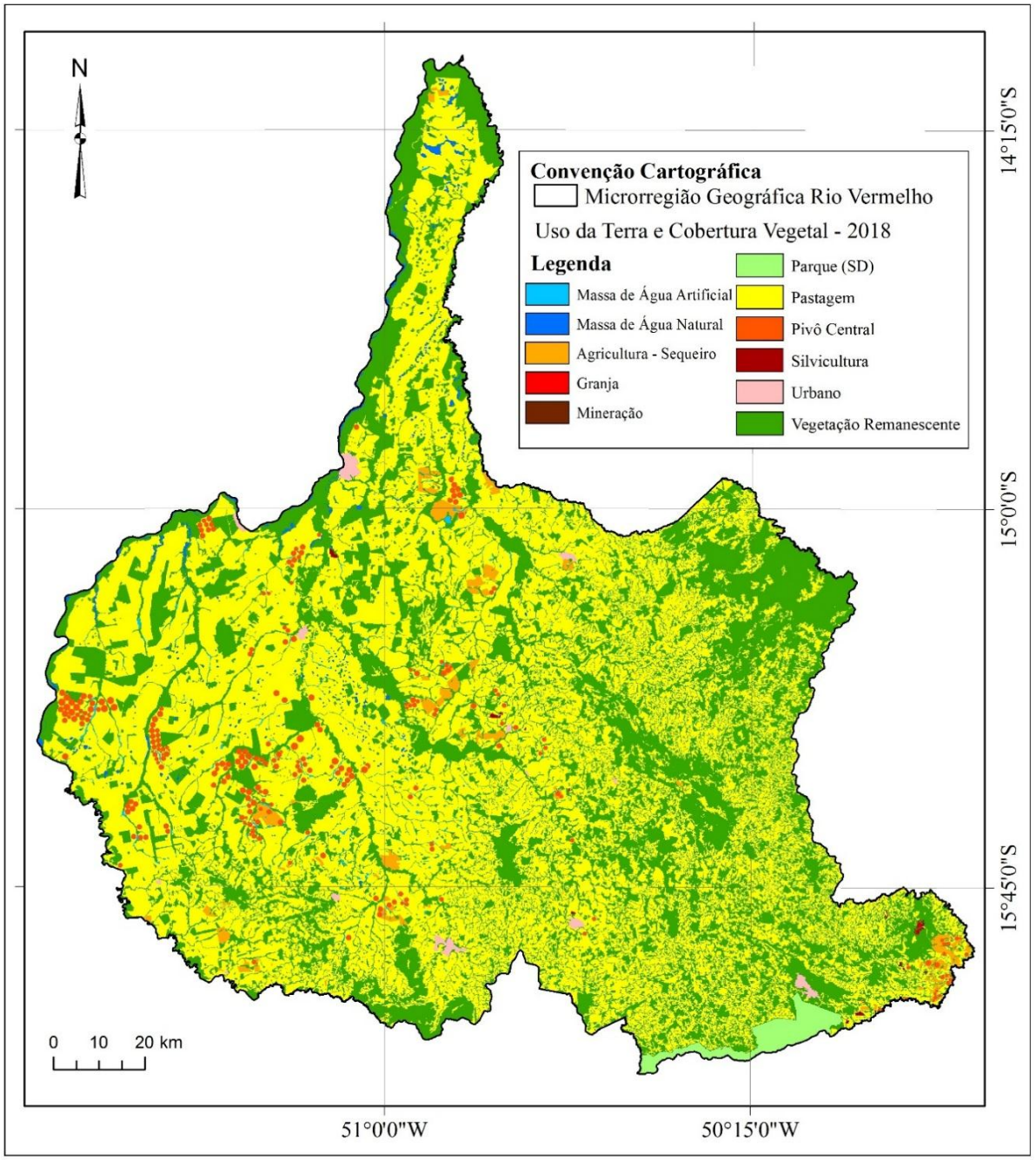
Mapa 17 - Uso da terra e cobertura vegetal em 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem Landsat 5 TM (2010).
Elaboração: A autora, 2019.

A necessidade de compreensão do processo de expansão e organização espacial da atividade de agricultura até o momento atual, enquanto forma de estruturar o mapeamento de síntese mais atualizada, coloca-se na condição de subsidiar tomadas de decisões e paralelamente ser incorporado como instrumento de auxilio em ações de planejamento, gestão e ordenamento territorial como resultante dos procedimentos.

Mapa 18 - Uso da terra e cobertura vegetal em 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

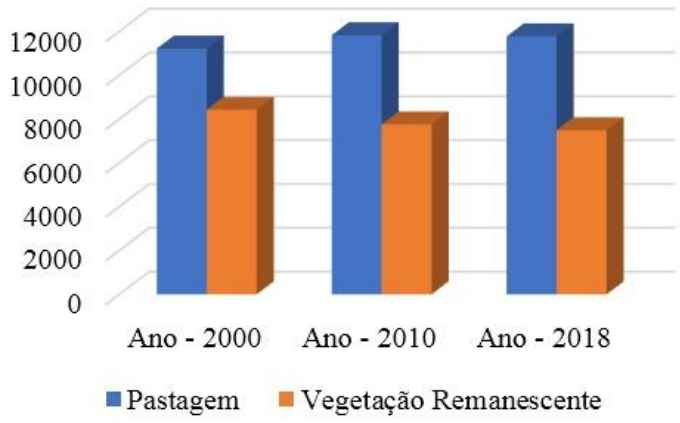


Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem Landsat 8 OLI (2018).
Elaboração: A autora, 2019.

As geoinformações levantadas mostram que a atividade econômica predominante é a pecuária com 55,49% em 2000, 58,49% em 2010 e 58,25% em 2018 de uma área total de 20.214,82 km², associado às características pluviométricas favoráveis, formando um mosaico com pastagens plantadas (principais espécies cultivadas na região são: *Bhachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha*, (ambas de origem africana), pastagens naturais entre meio às áreas remanescentes de vegetação (Gráfico 13).

Estes números refletem principalmente a atividade de pecuária intensiva desenvolvida em propriedades rurais tradicionais que se transformaram em grandes empresas agropecuárias, modernizando e intensificando seu processo produtivo, melhorando o manejo e a qualidade das pastagens, empregando correção de acidez do solo e fertilizantes e cultivando plantas forrageiras.

Gráfico 13 - Área (km²) de uso da terra e cobertura vegetal nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Organização: A autora, 2019.

É oportuno destacar que durante os últimos anos foram instalados grandes confinamentos e unidades frigoríficas na microrregião Rio Vermelho, como exemplo, o confinamento da Fazenda Colorado no município de Aruanã, que começou a operar em 2010, conta com uma área de agricultura irrigada em torno de 1.000 ha com objetivo primeiro a destinação de produção de ração e o Frigorífico Mataboi Ltda em Santa Fé de Goiás, ambos pertencentes ao Grupo JBJ Agropecuária, antes denominado Grupo JBS.

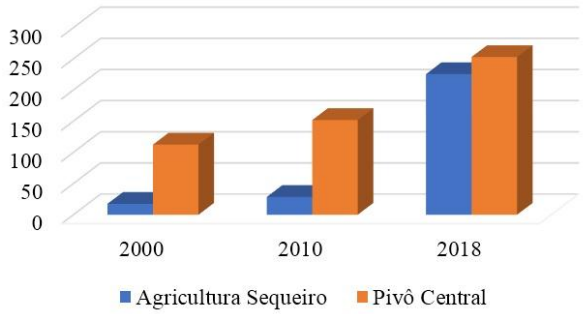
Por outro lado, na extensão leste da microrregião compreendendo aos municípios de Goiás, Faina e Araguapaz, reúne características peculiares, haja visto ser uma região de terras altas, relevo acidentado, áreas de declive acentuados com o predomínio de cobertura vegetal do tipo savanas. Devido a estas características, apresenta restrições para uso da terra com atividades agrícolas, por outro lado, reúne características de aptidão para a prática da pecuária

na modalidade semi-extensiva, entretanto apresenta um mosaico de pastagem plantada em meio à cobertura vegetal de savanas.

A partir da análise das informações produzidas com o mapeamento, observa-se que as áreas de remanescentes de vegetação representavam 8.422,17 km² (41,65%) em 2000, reduziu para 7.753,57 km² (38,35%) em 2010, e em 2018 a 7.487,74 km² (37,04%), representando redução de apenas 4,58% num intervalo temporal analisado equivalente a 18 anos, o que requer uma atenção especial por parte do poder público e sociedade civil organizada.

Com relação a atividade agrícola na região, a agricultura irrigada e sequeiro vêm apresentado aumento significativo e sobre áreas de pastagens, com destaque especial principalmente para o cultivo irrigado por pivô central (Gráficos 14 e 15).

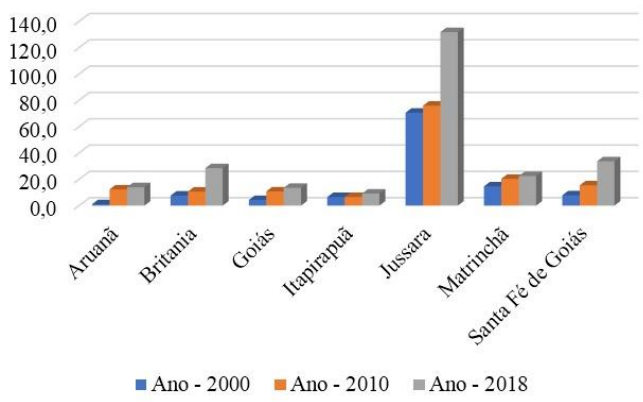
Gráfico 14 - Expansão da área (km²) de agricultura de sequeiro e irrigada nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



Organização: A autora, 2019.

No levantamento de 2000 foram identificados e espacializados 109 aparelhos correspondendo a 112,5 km² (0,557%) de área irrigada. Só o município de Jussara concentrava 63 aparelhos, totalizando 70,61 km², seguido de Matrichã com 16 aparelhos e 14,58 km².

Gráfico 15 - Expansão da área (km²) de pivô central nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



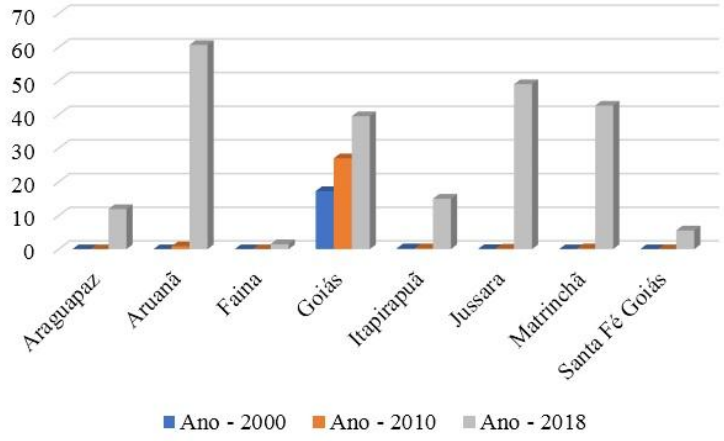
Organização: A autora, 2019.

Em 2010 constata-se um crescimento no número de aparelhos, passando a 153 totalizando área de 151,96 km² representando 0,752% da área total. O município de Jussara aumentou sua área irrigada para 75,95 km² distribuídos em 67 aparelhos, seguido de Matrinchã com 23 aparelhos, correspondendo a 20,38 km² e o município de Goiás com 21 aparelhos e 10,76 km².

O mapeamento relativo a 2018, mostra um aumento substancial no número de aparelhos passando a 261 aparelhos na região, num total de 253,02 km², correspondendo a 1,252%, e incremento de 0,695% no período analisado, uma vez que a região apresenta características edafoclimáticas favoráveis ao crescimento das áreas de plantio com suporte a uma agricultura altamente tecnificada, associado aos crescentes financiamentos de ordem pública ou privada disponíveis no mercado.

No que concerne à agricultura de sequeiro, a microrregião se caracteriza como muito incipiente no ano de 2000, praticada com caráter comercial no município de Goiás, ocupando uma área de 17,53 km², representando 0,09% da área (Gráfico 16).

Gráfico 16 - Área (km²) de agricultura sequeiro nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



Organização: A autora, 2019.

.

Em 2010 foi detectado um aumento para 28,54 km² (0,14%), com destaque para o município de Goiás abrigando a maior parte das áreas cultivadas, sendo 26,984 km², localizadas na faixa leste do município, classificada como superfície de regional de aplainamento com altitude variando entre 700 a 800 metros e nível de dissecação média, reunindo características que favorecem a prática agrícola. As demais áreas (1,556 km²), estão distribuídas pelos municípios de Aruanã, Jussara, Itapirapuã e Matrinchã.

Esta perspectiva de crescimento se mantém em 2018 com 225,65 km² correspondendo a 1,116 %, estando presente em quase toda a microrregião, demonstrando estar em movimento novos arranjos da organização territorial da atividade agropecuária regional provenientes do processo de territorialização do meio ambiente. Foram espacializadas áreas de agricultura sequeiro nos municípios de Aruanã (60,61 km²), Jussara (48,99 km²), Matrinchã (42,63 km²), Goiás (39,48 km²), Itapirapuã (14,99 km²), correspondendo a 26,86 %, 21,71 %, 18,89 %, 17,50 %, 6,64 %, respectivamente.

O aumento das áreas de lavoura nos municípios da microrregião demostra a transformação da área de pastagens em lavoura, promovendo diversificação da produção, com ênfase na cultura de soja.

Já a silvicultura nesta região constitui-se numa modalidade pouco praticada, embora os dados de geoinformações indiquem o aumento gradual de área cultivada, com área de 0,15 km² em 2000 (0,001%), crescendo para 5,21 km² no ano 2010 (0,026%) e em 2018 atingindo 10,77 km² plantados, correspondendo a 0,053%.

Vale destacar que este tipo cultivo é muito utilizado para formação de barreiras de proteção no entorno de áreas onde funcionam unidades de granjas de suínos e aves e também destinadas para venda com finalidade de produção de bioenergia para atender a demanda energética de unidades de armazenamento, agroindústrias e outros.

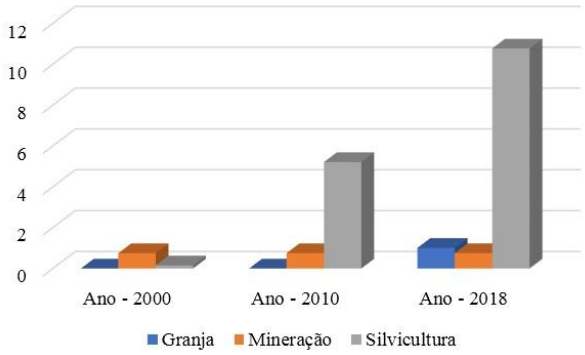
O eucalipto *(eucalyptus.sp*) constitui-se na modalidade de silvicultura praticada na microrregião e encontra-se distribuído nos municípios de Goiás (5,8 km²), Matrinchã (2,5 km²), Aruanã (2,0 km²) e Itapirapuã (0,46 km²), correspondendo a 0,053% da área total.

Também foram identificadas e mapeadas áreas de atividade econômica referente à atividade de extração mineral localizadas no município de Goiás com 0,75 km², representando 0,004 %. Também foram identificadas áreas de granjas com 10,01 km² correspondendo a 0,005 %, as quais estão localizadas também no município de Goiás, cuja produção se destina ao abastecimento da unidade beneficiadora Super Frango - São Salvador Alimentos Ltda no município de Itaberaí (Gráfico 17).

Realizou-se também a espacialização de classes de corpos de água, as quais para efeito de análise foram subdividas em massa de água artificial e massa de água natural (Gráfico 18).

A massa de água artificial é composta por áreas de represas construídas com a finalidade de abastecimento e dessendentação para a criação de gado e para atender a demanda da irrigação na agricultura, apresentando área de 79,60 km² (0,39%) em 2000, 82,11 km² em 2010 (0,40%) e 84,90 km² em 2018 (0,42%).

Gráfico 17 - Área (km²) da atividade de silvicultura, mineração e granja nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



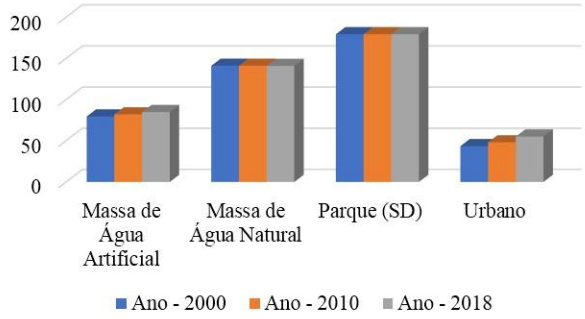
Organização: A autora, 2019.

Já a classe massa de água natural constitui-se em lagos naturais com forma arredondada e pequenas dimensões, podendo atingir grandes dimensões em casos específicos. Localizam-se em superfície regional de aplainamento com nível de dissecação fraca, tal como ocorre na microrregião.

Com base no levantamento foram constatados para as datas de 2000, 2010 e 2018, área correspondente a 141,2 km² (0,70 %). É oportuno destacar a importância da necessidade de realização de uma investigação mais acurada acerca deste tema, apoiada em tecnologia que permita mapeamento e monitoramento sazonal com imegens de alta resolução espacial, possibilitando a identificação de variações destes corpos d'água nas diferentes épocas do ano, considerando informações relativas a pluviometria para detectar a ocorrência de possíveis impactos ambientais provocados pelas atividades antrópicas.

Em geral, a formação destes lagos está associada com o desmantelamento da camada de laterita estando associada drenagem/fluxo subsuperficial entre a laterita/saprolito e o substrato rochoso (LATRUBESSE, 2006).

Gráfico 18 - Área (km²) de massa de água artificial, massa de água natural, parque e urbano nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.

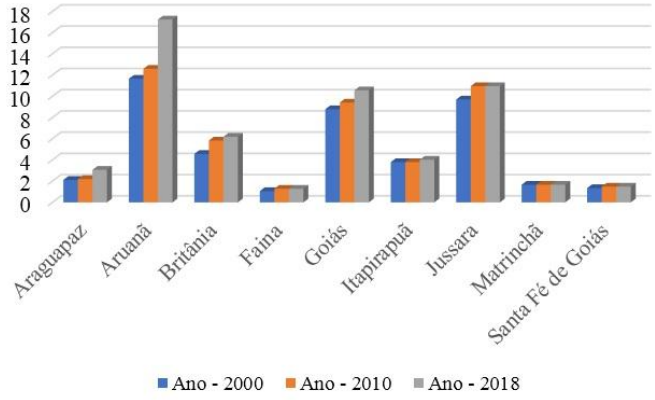


Organização: A autora, 2019.

Em relação às áreas urbanas, verifica-se de modo geral aumento gradual, embora pouco expressivo, constando de 43,58 km² (0,22 %) no ano de 2000 passando a 55,16 km² (0,27 %) em 2018, incremento de 0,06 % no intervalo de 18 anos (Gráfico 19).

Os municípios que apresentaram maiores crescimentos foram: i) Aruanã, fato justificável em função da vocação para atividade turística, impulsionada pela aquisição de casa de veraneio; ii) Goiás e Jussara que constituem nas cidades mais populosas da microrregião.

Gráfico 19 - Área urbana (km²) por município nos anos de 2000, 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO.



Organização: A autora, 2019.

Com base na etapa de validação dos dados referente a acurácia posicional e eficácia temática com a realização do trabalho (maio/2018 e março/2019), foi possível efetuar o registro fotográfico dos diferentes tipos de áreas que compõem as características gerais da organização espacial atual na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – Goiás (Fotos 1 e 2).

Foto 01: (A) Vista geral da unidade frigorífica Mataboi Ltda/Grupo JBJ Agropecuária no município de Santa Fé de Goiás, localizada na GO-173; (B) Evidencia-se pastagem plantada em área de solo do tipo Latossolo (Santa Fé de Goiás); (C) Área de pastagem de uso intensivo associado a um sistema de manejo com tecnologia; (D) Área de pivô central utilizado para cultivo gramíneas/pastagem (Santa Fé de Goiás); (E) Terras baixas localizadas no vale do Rio Araguaia e ao longo dos interflúvios de seus afluentes, consiste em áreas sujeitas a inundações, formando várzeas que unindo às altas temperaturas, propiciam ambiente quente e úmido durante todo o ano, muito favorável ao desenvolvimento de gramíneas (Aruanã); (F) Área de Silvicultura (Goiás).

A

B

C

D

E

F

Fonte: A autora, 2019.

Foto 02: (A) Vista geral da Serra Dourada – vegetação se savanas no município de Goiás a partir da rodovia GO-164; (B) Vegetação em zona de tensão ecológica ou encraves (Aruanã);(C) Agricultura de sequeiro (cultivo de milho) no município de Jussara; (D) Agricultura irrigada (cultivo de feijão) na fazenda Lavônia no município de Santa Fé de Goiás; (E) Agricultura de sequeiro (cultivo de soja) no município de Jussara; (F) Unidade de armazenamento de grãos localizada no município de Matrinchã.

A

B

C

D

E

F

Fonte: A autora, 2019.

A utilização de produtos de sensoriamento remoto orbital de média resolução espacial na realização de mapeamentos do uso da terra e cobertura vegetal, revelam um crescimento nas últimas décadas da agricultura irrigada em pivô central com a adoção do sistema de manejo com o plantio de soja como primeira safra (janela sanitária), a segunda safra planta-se milho, sorgo, milheto, chegando muitas vezes a ter uma terceira safra. Constata-se também o crescimento da agricultura no segmento sequeiro, principalmente a partir do ano de 2010, cultivando soja como primeira safra e posteriormente colocando semente de capim para formação de pasto, sendo chamada regionalmente como “safra do boi”.

Assim, a utilização das terras na microrregião com base nas suas características físico ambientais, no mapeamento feito com subsídio nas geotecnologias e na realização de trabalho de campo, se configura da seguinte forma:

i) Reúne características de solos favoráveis à prática da pecuária, presença de solos do tipo Gleissolos cobertos por campos de várzea, presença de extensos campos de pastagens naturais;

ii) Tem-se a presença de áreas sujeitas a inundações periódicas que estão alocadas nos patamares de até 300 metros de altitude, onde a pecuária bovina se adapta bem;

iii) Os solos de modo geral respondem bem quanto ao plantio de gramíneas para fins de pastagem, apesar de apresentarem deficiências de fertilidade e relativos teores de areia. Por outro lado, contam com tecnologias de manejo para correção solo;

iv) Predomínio de pastagens plantadas com formas geométricas muito bem definidas em toda extensão ocidental da microrregião, evidenciando a prática de sistema de manejo com alto nível de tecnificação. Pratica uma pecuária voltada para gado de corte predominando grandes propriedades (> 750 ha) e médias propriedades (200 a 750 ha), classificadas tendo como referência o módulo fiscal aplicado para a região;

v) Presença de um mosaico constituído de pastagens e vegetação remanescente na faixa oriental da microrregião, apresentando topografia diversificada apresentando os maiores níveis altimétricos e solos mais frágeis do tipo Cambissolos e Neossolos. Apresenta de modo geral, adoção de sistemas de manejo com menor nível tecnológico com a presença marcante de pequenas propriedades, constituídas por propriedades convencionais e os assentamentos rurais. Na faixa central da microrregião apresenta uma zona de transição, onde são constatados a presença dos diferentes padrões de tecnificação e propriedades classificadas como grandes, médias e pequenas de acordo com o módulo fiscal adotado;

vi) Apresenta aspectos naturais com susceptibilidade a ser utilizada por uma agricultura moderna, fato que se evidencia por meio de dados cartográficos que principalmente a partir de 2000, com a expansão da agricultura irrigada e nesta última década a constatação de áreas de pastagens dando lugar a agricultura de sequeiro.

5.3 Análise da Mudança de Uso da Terra e Cobertura Vegetal entre os anos de 2000 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goias

O processo de análise de mudança das paisagens, assim como a compreensão das relações das transformações do uso da terra e sua cobertura vegetal possui relação direta com a contextualização política e socioeconômica, a nível do enquadramento do ordenamento do território. Tal fato, assume grande importância na compreensão da dinâmica do uso da terra e cobertura vegetal no sentido propiciando o entendimento das tendências de transformação, procurando identificar aspectos que indique mudanças na estrutura da paisagem, e também possibilitar a execução de análise desse processo de produção.

Diante de tal entendimento, a análise procedeu-se por meio da elaboração da matriz de tabulação cruzada, tendo como aporte a proposta metodológica de Pontius et al., (2004), possibilitando efetuar distinções, assim como qualificação das transformações ocorridas no espaço temporal de 2000 a 2010 (Tabelas 16, 17, 18 e 19) e 2010 a 2018 (Tabelas 20, 21, 22 e 23), elaboradas a partir do processo de interpretação e classificação de imagens de satélite do programa Landsat.

Tabela 16 - Matriz de tabulação cruzada do uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

C-2000 (km²)	C-2010 (km²)											T-2010	Perda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	11,61	0	0	0	0	0	3,94	1,97	0	0	0,02	17,53	5,92
2	0,00	79,11	0	0	0	0	0	0	0	0	0,39	79,60	0,39
3	0	0	141,21	0	0	0	0	0	0	0	0	141,21	0,00
4	0	0	0	0,00	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0,00
6	0	0	0	0	0	179,49	0	0	0	0	0	179,49	0,00
7	16,72	0,09	0	0	0	0	11141,51	42,41	4,35	4,36	8,19	11217,64	76,13
8	0	0	0	0	0	0	4,85	107,20	0,44	0	0	112,50	5,30
9	0	0	0	0	0	0	0	0	0,15	0	0	0,15	0,00
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	43,58	0	43,58	0,00
11	0,20	2,81	0	0	0	0	671,62	0,38	0,26	0,17	7746,91	8422,35	675,44
T 2000	28,54	82,11	141,21	0,00	0,75	179,49	11822,00	151,96	5,21	48,11	7755,43	20214,8	763,18
Ganho	16,93	2,90	0,00	0,00	0,00	0,00	680,49	44,76	5,06	4,53	8,52	763,18	19451,63

Legenda: 1: Agricultura Sequeiro; 2: Massa de Água Artificial; 3: Massa de Água Natural; 4: Granja; 5: Mineração; 6: Parque (SD); 7: Pastagem; 8: Pivô Central; 9: Silvicultura; 10: Urbano; 11: Vegetação Remanescente.
Fonte: A autora, 2019.

Analisando a matriz de tabulação cruzada, observa-se que o somatório de todas as classes em linha reponde pelo uso agrupado de cada classe analisada no primeiro momento (recorte temporal 1). O total em linha de classes, significando perda de área para as demais classes do período analisado, sendo verificado as mesmas classes de uso no segundo momento (recorte temporal 2), possibilitando aferir o total de persistência (áreas que não sofreram alterações), assim como os ganhos para cada classe apresentados em coluna.

A persistência de cada classe está representada na matriz de tabulação pela diagonal descendente. A análise da variável persistência é importante devido a transferência de áreas da classe para os dois recortes temporais (SCHNEIDER e PONTIUS Jr., 2001).

Considerando a transição de uso da terra e cobertura vegetal dos anos de 2000 e 2010, verifica-se assim, que as mudanças mais relevantes estão relacionadas à retração das áreas de vegetação remanescente e expansão de pastagens e das áreas irrigadas por pivô central (Tabela 17).

Tabela 17 - Área total e variação líquida para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.

Categorias	Total 2000 (km²)	%C 2000	Total 2010 (km²)	%C 2010	Variação líquida (km²)	Variação líquida (%)
Agricultura Sequeiro	17,53	0,09	28,54	0,14	11,01	0,05
Massa de Água Artificial	79,60	0,39	82,11	0,41	2,51	0,01
Massa de Água Natural	141,21	0,70	141,21	0,70	0,00	0,01
Granja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineração	0,75	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	179,49	0,89	179,49	0,89	0,00	0,00
Pastagem	11217,64	55,49	11821,92	58,48	604,28	2,99
Pivô Central	112,50	0,56	151,96	0,75	39,46	0,20
Silvicultura	0,15	0,00	5,21	0,03	5,06	0,03
Urbano	43,58	0,22	48,11	0,24	4,53	0,02
Vegetação Remanescente	8422,35	41,66	7755,51	38,37	666,35	3,30
Total	20214,8	100,00	20214,8	100,00	1328,68	6,00

Fonte: A autora, 2019.

Os dados relativos a variável persistência mostra como esperado são as classes de pastagem e vegetação remanescente em função da sua maior área, pois quanto maior a área, maior favorecimento de uma maior persistência (Tabela 18).

De acordo com o mapeamento de uso das terras e cobertura vegetal, verifica-se as maiores consistências das classes corresponde a pastagem com 11.141,51 km² (25,82 %), vegetação remanescente com 7.746,91 km² (17,95 %) e massa de água natural contando com 141,23 km² (0,33 %).

Neste período de análise, observa-se que as maiores perdas são referentes as categorias de: vegetação remanescente com 675,71 km² (1,57 %), a pastagem compondo 76,13 km² (0,18%), a categoria de agricultura de sequeiro apresentando ganho de 16,93 km² (0,04 %), mesmo com uma perda acumulada de 5,92 km² (0,01 %). Já a categoria de pivô central teve ganho de 44,76 km² (0,10 %), registrando perda de 0,01 %, passando a ser utilizada para pastagem.

Estes dados da agricultura de sequeiro se justificam basicamente em função da implantação de sistema de irrigação por pivô central em áreas que eram utilizadas para agricultura de sequeiro, estando concentradas a sua maior parte no extremo leste do município de Goiás. Estas geoinformações mostram uma tendência na expansão da agricultura, diversificando as atividades econômicas até então dominada pela prática agropastoril.

Tabela 18 - Valor de persistência, perdas e ganhos para cada categoria do uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Categorias	**(km²)**			**(%)**		
	Persistência	**Perda**	**Ganho**	**Persistência**	**Perda**	**Ganho**
Agricultura Sequeiro	11,61	5,92	16,93	0,03	0,01	0,04
Massa de Água Artificial	79,60	0,39	2,90	0,18	0,00	0,01
Massa de Água Natural	141,21	2,24	0,00	0,33	0,01	0,00
Granja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineração	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	179,49	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00
Pastagem	11141,51	76,13	680,41	25,82	0,18	1,58
Pivô Central	107,20	5,30	44,76	0,25	0,01	0,10
Silvicultura	0,15	0,00	5,06	0,00	0,00	0,01
Urbano	43,58	0,00	4,53	0,10	0,00	0,01
Vegetação Remanescente	7746,91	675,44	8,60	17,95	1,57	0,02
Total	19451,63	763,18	763,18	45,07	1,77	1,77
Área total (At) = 20.214,8 km²						

Fonte: A autora, 2019.

Constata-se também ganho de 5,06 km² (0,01 %) em área de silvicultura, modalidade de uso ainda pouco praticada na microrregião, representando uma variação líquida de 0,03 % e a categoria urbano com 4,53 km² (0,01 %) e variação líquida de 0,02 %.

As maiores variações líquidas foram para as classes de pastagem, vegetação remanescente, pivô central, agricultura de sequeiro com 606,02 km² (3,0 %), 663,90 km² (3,28 %), 39,46 km² (0,20 %).

Quanto a variável troca de 2000 para 2010, verifica-se que os maiores valores são representados pelas categorias de pastagem (152,25 km²), vegetação remanescente (17,19 km²), agricultura de sequeiro (11,84 km²) e pivô central (10,60 km²).

Estes dados indicam um total de mudança para as seguintes classes: pastagem (756,54 km²), vegetação remanescente (684,04 km²), pivô central (50,06 km²) e agricultura de sequeiro (22,85 km²).

É importante destacar que estas mudanças de cenários ocorridas no âmbito da região, refletem um aspecto relativo à diversificação das atividades econômicas a nível regional baseado no uso da terra, em função de oportunidades de mercado, nomeadamente, carnes e grãos de *commodities*.

Outro aspecto relevante, deste contexto, trata-se da implantação de grandes confinamentos bovinos com o objetivo de otimizar a produção de carne na forma de integração, onde muitas destes empreendimentos agrícolas aumentaram os níveis de tecnificação nos cultivos de pastagens, visando maior capacidade de uso por unidade de área, e simultaneamente, instalaram pivôs centrais para serem utilizados na produção soja (1ª Safra), feijão/milho/capim silagem (2ª Safra) e sorgo/milheto (3ª Safra) integrando o boi na pastagem até o período de plantio da soja.

De modo geral, tais mudanças implicaram no desmatamento de área de cobertura vegetal para dar lugar às pastagens, seguida da conversão das áreas de pastagens em áreas agrícolas (irrigadas por pivô central e cultivos de sequeiro) (Tabela 19).

Tabela 19 - Valores de perda, ganho, troca, valor absoluto de variação líquida e total de mudança para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2000 e 2010 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Categorias (km²)	Perda	Ganho	Variação líquida	Troca	Total de mudança
Agricultura Sequeiro	5,92	16,93	11,01	11,84	22,85
Massa de Água Artificial	0,39	2,90	2,15	0,35	0,56
Massa de Água Natural	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Granja	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	76,13	680,41	604,28	152,26	756,54
Pivô Central	5,30	44,76	39,46	10,60	50,06
Silvicultura	0,00	5,06	5,06	0,00	5,06
Urbano	0,00	4,53	4,53	0,00	4,53
Vegetação Remanescente	675,44	8,60	666,85	17,19	684,04
Total	763,18	763,18	1328,68	197,68	1526,36

Fonte: A autora, 2019.

Ao analisar as transições de uso da terra e cobertura vegetal dos anos de 2010 e 2018, verifica-se que as maiores persistências são relativas as áreas de pastagem (26,65 %), seguida da categoria vegetação remanescente (17,33%), pivô central (0,35 %) e agricultura de sequeiro (0,06%).

A maior perda ocorrida foi a área de pastagem para outras categorias, principalmente para o segmento agrícola, destaque para a agricultura de sequeiro com ganho de 199,07 km², incremento de 0,46 % no setor e as áreas de pivô central, representando ganho de 101,44 km², aumento de 0,24 % (Tabela 20).

Tabela 20 - Matriz de Transição do uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

C-2010 (km²)	C-2018 (km²)											T-2018	Perda
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
1	26,58	0	0	0	0	0	0,74	1,19	0	0	0,03	28,54	1,96
2	0	81,14	0,09	0	0	0	0,05	0	0	0	0,83	82,11	0,97
3	0	0	140,62	0	0	0	0,44	0	0	0	0,14	141,20	0,58
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00
5	0	0	0	0	0,75	0	0	0	0	0	0	0,75	0,00
6	0	0	0	0	0	179,49	0	0	0	0	0	179,49	0,00
7	196,81	0,07	0,02	0,99	0	0	11502,53	99,52	6,58	8,22	9,11	11823,85	321,32
8		0	0	0	0	0	0	151,58	0	0	0,38	151,96	0,38
9	0,7	0	0	0	0	0	0	0,5	4,01	0	0	5,21	1,20
10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	48,15	0,00	48,15	0,00
11	1,56	3,69	0,29	0,02	0	0	270,23	0,23	0,18	0,11	7477,24	7753,55	276,31
T 2010	225,65	84,90	141,02	1,01	0,75	179,49	11773,99	253,02	10,77	56,48	7487,73	20214,8	602,72
Ganho	199,07	3,76	0,40	1,01	0,00	0,00	271,46	101,44	6,76	8,33	10,49	602,72	19612,09

Legenda: 1: Agricultura Sequeiro; 2: Massa de Água Artificial; 3: Massa de Água Natural; 4: Granja; 5: Mineração; 6: Parque (SD); 7: Pastagem; 8: Pivô Central; 9: Silvicultura; 10: Urbano; 11: Vegetação Remanescente.
Fonte: A autora, 2019.

Vale ressaltar a participação dos assentamentos neste contexto de perda de áreas de vegetação remanescente, uma vez que estão localizados em sua maior parte nos municípios de Goiás, Faina e Araguapaz apresentando característica de relevo acidentado, e de modo geral, a atividade econômica predominante constitui-se na criação de gado, dispondo para comercialização o leite "in natura" ou processado na forma de queijo e requeijão.

As áreas menores das parcelas dos assentados são destinadas à criação de suínos, aves, além do cultivo de mandioca, cana-de-açúcar, dentre outras atividades com o objetivo de subsistência e também comercializar o excedente, garantindo uma ampliação da renda familiar.

Observa-se que a dinâmica de diversificação das atividades econômicas com tendência de expansão da agrícola constatado na análise de 2000 a 2010 continua neste período de 2010 a 2018 (Tabela 21).

A maior variação líquida consiste na categoria de vegetação remanescente com área de 265,82 km² (1,31 %), seguida de agricultura sequeiro representada por área de 197,11 km² (0,98 %) e pivô central com 101,06 km² (0,50 %).

Tabela 21 - Área total e variação líquida para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.

Categoria	Total 2010 (km²)	%C 2010	Total 2018 (km²)	%C 2018	Variação líquida (km²)	Variação líquida (%)
Agricultura Sequeiro	28,54	0,14	225,65	1,12	197,11	0,98
Massa de Água Artificial	82,11	0,41	84,90	0,40	0,83	0,01
Massa de Água Natural	141,20	0,70	141,02	0,70	0,18	0,00
Granja	0,00	0,00	1,01	0,00	1,01	0,00
Mineração	0,75	0,00	0,75	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	179,49	0,89	179,49	0,89	0,00	0,00
Pastagem	11823,85	58,49	11773,99	58,24	49,86	0,25
Pivô Central	151,96	0,75	253,02	1,25	101,06	0,50
Silvicultura	5,21	0,03	10,77	0,05	5,56	0,03
Urbano	48,15	0,24	56,48	0,28	8,33	0,04
Vegetação Remanescente	7753,55	38,36	7487,73	37,04	265,82	1,31
Total	20214,82	100,00	20214,82	100,00	101,38	0,50

Fonte: A autora, 2019.

Estes dados expressam que o movimento no período entre 2010 e 2018, mostram que a prática de desmatamento de fragmentos da cobertura vegetal continua com a finalidade de formação de pastos, e por outro lado, a expansão da agricultura sequeiro e irrigada sobre áreas de pastagens, levando-se em conta que são setores da economia que contam com a disponibilidade no mercado de diversificadas fontes de financiamentos públicos (programas governamentais) e privado.

As categorias que agregam maiores perdas são pastagem 321,32 km² (0,74%), seguida da vegetação remanescente composta por área de 276,31 km² (0,64%). Por outro lado, as categorias com maiores ganhos, estão a pastagem com 271,46 km² (0,63%), a agricultura de sequeiro com 199,07 km² (0,46%) e o pivô central que detém 101,44 km² de área representando 0,24% (Tabela 22). A Tabela 23 apresenta as categorias que apresentaram maiores áreas de trocas de 2010 para 2018 consistindo na vegetação remanescente (552,62 km²), a pastagem (542,92 km²), a agricultura sequeiro (3,92 km²), num total de mudança equivalente a 286,80 km², 592,78 km², 201,03 km², respectivamente.

Na proposta de Pontius Jr. et al., (2004), a mudança de uma mesma classe para outra categoria designada como troca ou modificação do uso da paisagem por classes diferenciadas (variação líquida) "apresentam ligação entre as variáveis, seja por categorias similares ou diferentes". Equivalendo dizer que, a variação total na paisagem consiste na "metade da soma das alterações no indivíduo categorias" (FERNANDES et al., 2014).

Tabela 22 - Valor de persistência, perdas e ganhos para cada categoria do uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Classe	(km²)			(%)		
	Persistência	**Perda**	**Ganho**	**Persistência**	**Perda**	**Ganho**
Agricultura Sequeiro	26,58	**1,96**	199,07	0,06	0,00	0,46
Massa de Água Artificial	81,14	0,96	3,76	0,19	0,00	0,01
Massa de Água Natural	140,62	0,58	0,40	0,33	0,00	0,00
Granja	0,00	0,00	1,01	0,00	0,00	0,00
Mineração	0,75	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	179,49	0,00	0,00	0,42	0,00	0,00
Pastagem	11502,53	321,32	271,46	26,65	0,74	0,63
Pivô Central	151,58	0,38	101,44	0,35	0,00	0,24
Silvicultura	4,01	1,20	6,76	0,01	0,00	0,02
Urbano	48,15	0,00	8,33	0,11	0,00	0,02
Vegetação Remanescente	7477,24	276,31	10,49	17,33	0,64	0,02
Total	19612,09	602,72	602,72	45,45	1,40	1,40
Área total (At) = 20.214,82 km²						

Fonte: A autora, 2019.

Tabela 23 - Valores de perda, ganho, troca, valor absoluto de variação líquida e total de mudança para cada categoria de uso da terra e cobertura vegetal (km²) entre 2010 e 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Classe	Perda	Ganho	Variação líquida	Troca	Total de mudança
Agricultura Sequeiro	1,96	199,07	197,11	3,92	201,03
Massa de Água Artificial	0,97	3,76	2,79	7,52	4,73
Massa de Água Natural	0,58	0,40	0,18	1,16	0,98
Granja	0,00	1,01	1,01	0,00	1,01
Mineração	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Parque (SD)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pastagem	321,32	271,46	49,86	542,92	592,78
Pivô Central	0,38	101,44	101,06	0,76	101,82
Silvicultura	1,20	6,76	5,56	2,40	7,96
Urbano	0,00	8,33	8,33	0,00	8,33
Vegetação Remanescente	276,31	10,49	265,82	552,62	286,80
Total	602,72	602,72	101,38	1111,30	1205,44

Fonte: A autora, 2019.

Pode-se afirmar que a metodologia de análise de múltiplas variáveis contempladas na matriz de tabulação cruzada fornece informações adicionais auxiliando compreender como as mudanças de uso da terra e cobertura vegetal estão se processando.

A modelação das alterações de uso da terra e cobertura vegetal a partir de uma abordagem multitemporal demonstra a ocorrência de importantes transições nas últimas décadas na microrregião Rio Vermelho.

Desta forma, a produção e análise de cartografia temática e de síntese caracteriza-se como uma poderosa ferramenta de estudos destas alterações do território, assim como identificar sua dinâmica a partir da formatação de diagnósticos, possibilitando compreender as transformações do espaço.

Estas alterações e tendências na sua variação espacial dos diferentes tipos de uso da terra e cobertura vegetal se desenvolvem ao longo do tempo de forma não constante, tornando perceptíveis as diferentes dinâmicas espaciais e temporais destas alterações no território em análise.

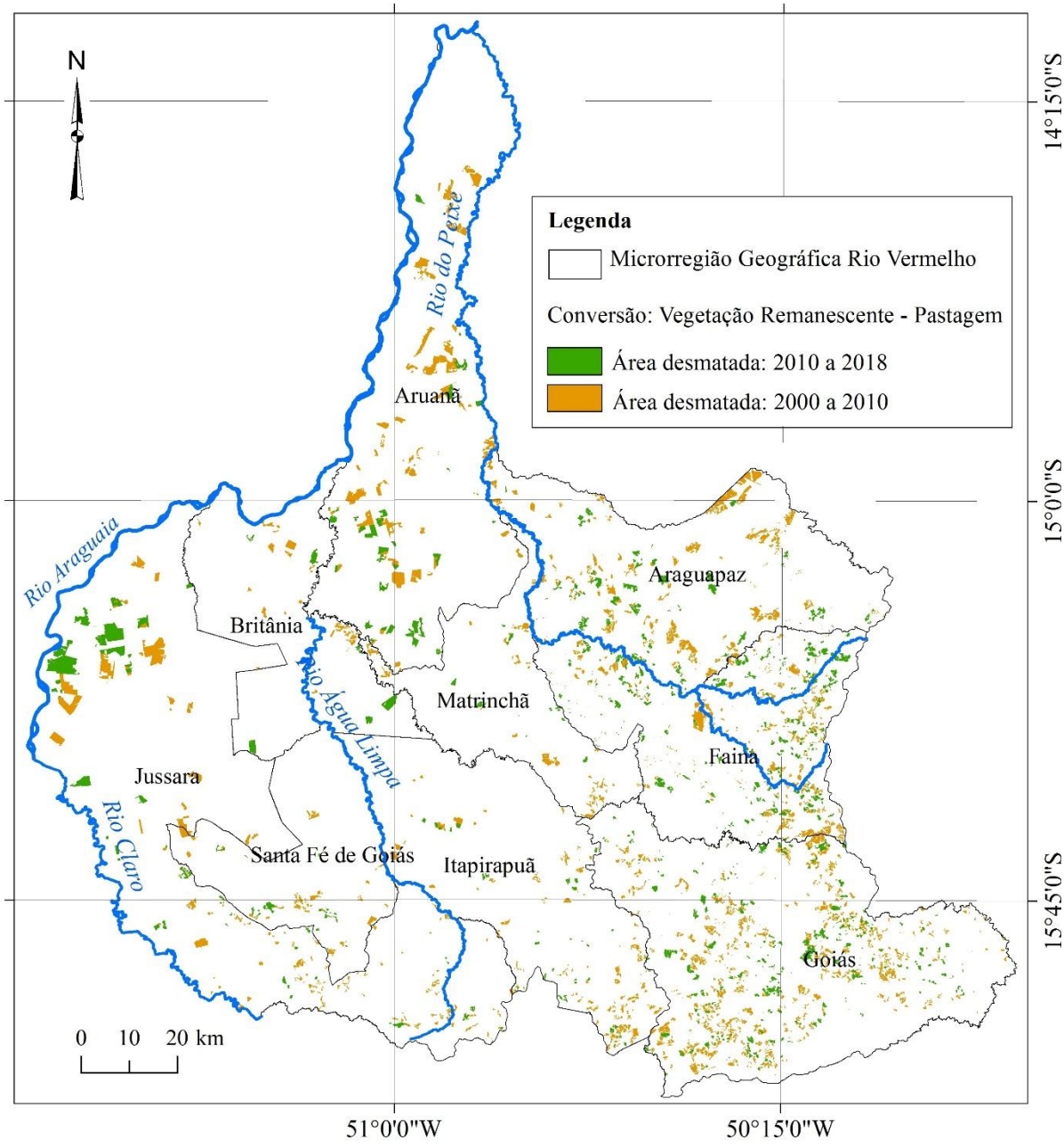
Chama atenção a constatação de expressiva redução das áreas de cobertura vegetal, sendo convertida em áreas de pastagens, e pastagens sendo transformadas em áreas agrícolas. O aumento dessas áreas agrícolas tem aporte preferencialmente em mecanização e sistemas de manejo com alta tecnologia e investimento numa região tradicionalmente vinculada à atividade de pecuária bovina (Mapa 19).

Assim, seguindo esta linha de pensamento, procedeu-se a espacialização das áreas de vegetação remanescente que foram desmatadas no período de 2000 a 2010 e 2010 a 2018, para formação de pastagem predominantemente.

Neste sentido, a partir dessa produção cartográfica multitemporal e com a aplicação da metodologia de análise por meio de matriz de tabulação cruzada, proposta por Pontius Jr. et al. (2004), possibilitou realizar uma avaliação da mudança total das categorias de uso da terra e cobertura vegetal de acordo com dois pares de componentes (2000-2010 e 2010-2018).

Este procedimento metodológico permitiu qualificar as mudanças ocorridas quanto as áreas persistentes (áreas que não sofreram alterações), perdas e ganhos brutos, para daí definir a variação líquida e determinação do quanto houve de troca entre as categorias (Mapas 20, 21 e 22).

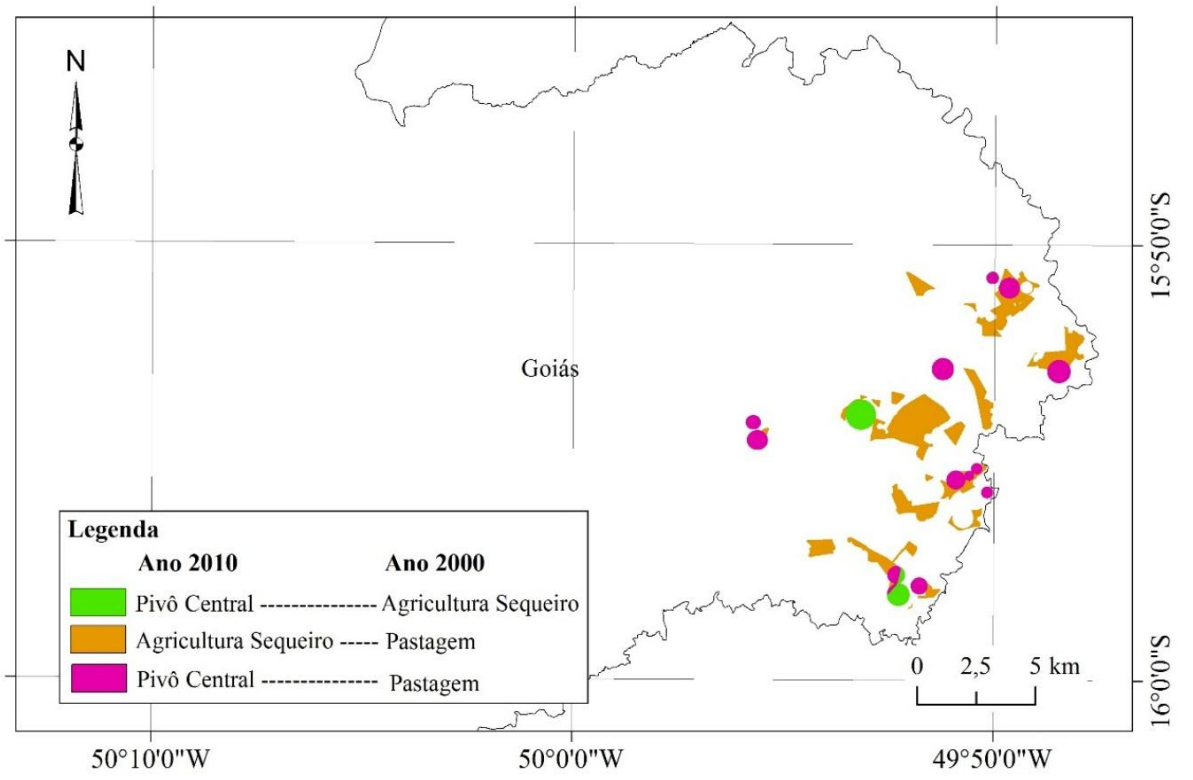
Mapa 19 - Espacialização da área (km²) de perda da categoria vegetação remanescente entre os anos de 2000 a 2018 na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem Landsat 7 (2000), Landsat 5 (2010) e Landsat 8 (2018); **Elaboração:** A autora, 2019.

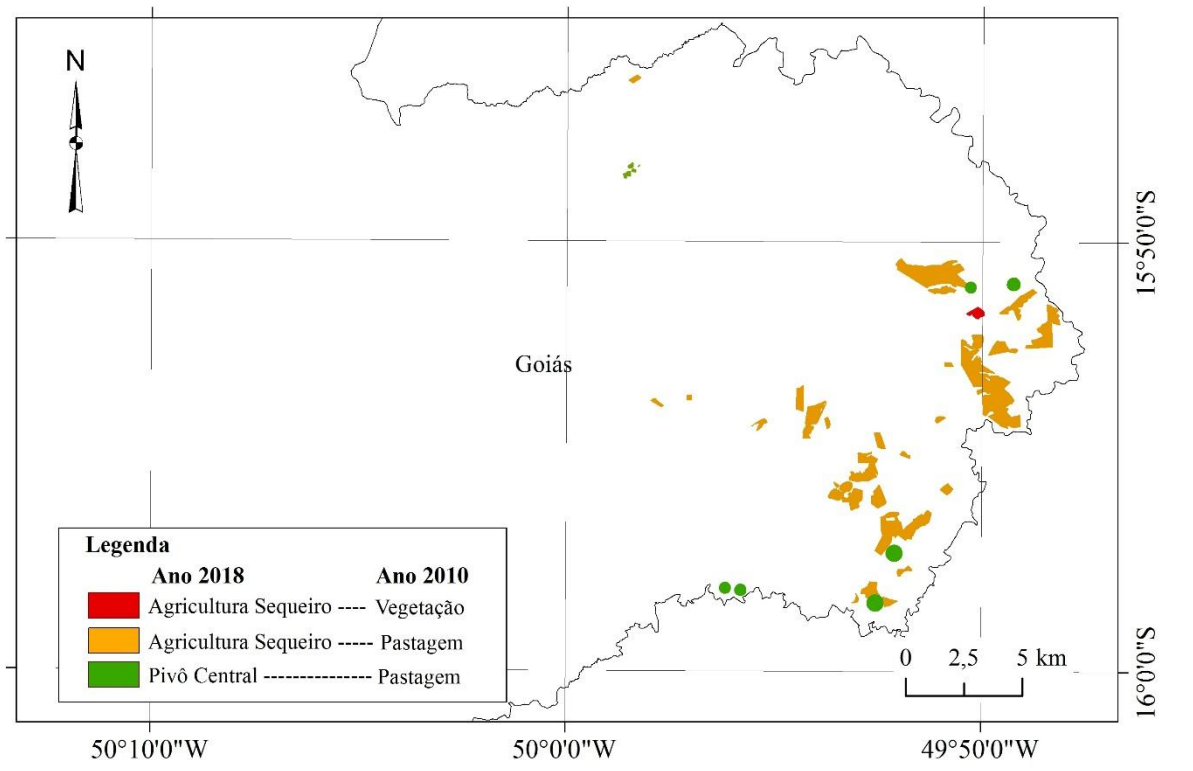
Nota-se assim, a importância da informação sobre o uso da terra de determinado território coloca-se como fator incontestável. No planejamento territorial, qualquer que seja a sua escala, como na investigação, localizar, classificar e quantificar; ler, interpretar e estabelecer relações são tarefas basilares do processo de conhecimento da organização do espaço (TENEDÓRIO, 1998).

Mapa 20 - Espacialização da áreas agrícolas entre os anos de 2000 a 2010 no extremo leste da Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



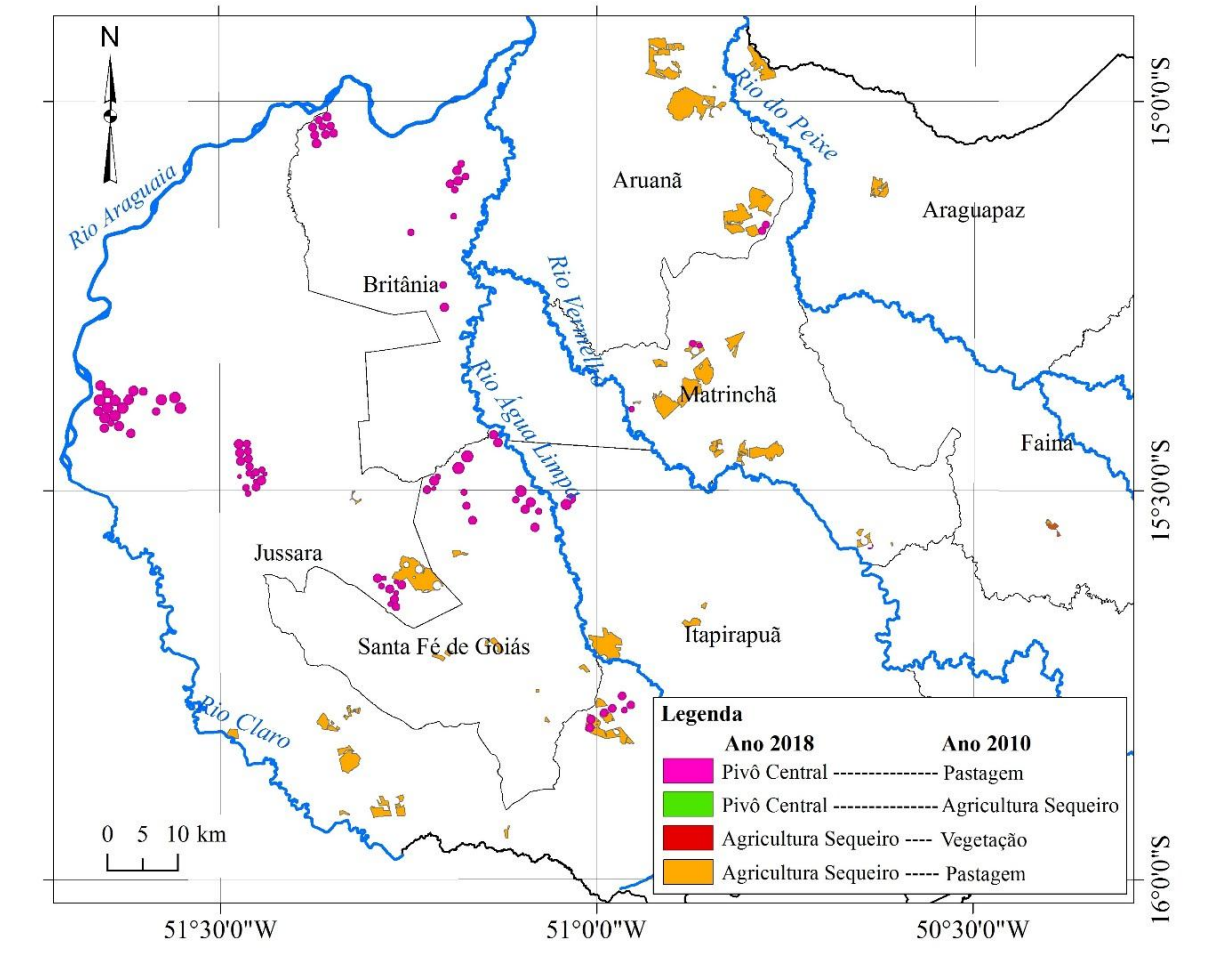
Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** Imagem Landsat 7 (2000), Landsat 5 (2010); **Elaboração:** A autora, 2019.

Mapas 21 - Espacialização da áreas agrícolas entre os anos de 2010 a 2018 no extremo leste da Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** Imagem Landsat 5 (2010) e Landsat 8 (2018); **Elaboração:** A autora, 2019.

Mapas 22 - Espacialização da áreas agrícolas entre os anos de 2010 a 2018 na região centro-oeste da Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Imagem Landsat 7 (2000), Landsat 5 (2010) e Landsat 8 (2018).
Elaboração: A autora, 2019.

Seguindo nesta perspectiva, as transformações do uso da terra, são expressão das mudanças que ocorreram no nível social. A observação da mudança do uso da terra, de índole antropogênica, incluindo uma dimensão multitemporal, permite construir o modelo de uso da terra e inferir os fatores que lhe deram origem: políticos, econômicos, socioculturais e ambientais, bem como os impactos que os ocasionaram (RAPOSO e HENRIQUES, 2005; HENRIQUES, 2008).

Observa-se que a análise sistêmica se coloca como aporte na produção de diagnóstico e análise do objeto de pesquisa, como instrumento facilitador do entendimento do espaço e dinâmica geográfica sob a ótica ambiental, geoespacial e antrópica, além de elementos de representação cartográfica.

A informação geográfica tem uma importância vital no monitoramento e avaliação dos planos. A determinação de rácios e de indicadores sobre os dados geográficos permite, entre outras operações, quantificar carências e compreender a transformação ou evolução de

determinados fenômenos, contribuindo para a construção de um sistema de planeamento informado (HENRIQUES, 2008).

5.4 Fragilidade e Potencialidade Ambiental na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás

As últimas décadas têm sido marcadas por preocupações da sociedade, relativas às grandes mudanças socioeconômicas e ambientais, associadas a inovações tecnológicas, provocando degradação ambiental e as práticas ambientais não sustentáveis. Neste contexto, o planejamento territorial assume grande relevância na definição de estratégias de gestão, necessitando ser subsidiado por análise de informações geográficas.

Para fazer uma leitura de como esta organização espacial se apresenta, faz-se necessário a disponibilidade de dados relativos a questões socioambientais regularmente atualizados e também de ferramentas para aquisição e sistematização de dados permitindo a manipulação técnica, dentro de um contexto de análises integradas dos elementos naturais e da atividade humana na paisagem (FREITAS e SANTOS, 2014).

Para Freitas e Santos (2014), a utilização de geotecnologias como subsídio nas tomadas de decisões no que tange ao ordenamento territorial e à gestão ambiental apresenta "diversas potencialidades relacionadas à capacidade de aquisição, organização e análise de dados espaciais".

Sobre a determinação dessas potencialidades dos recursos naturais Donha, Souza e Sugamosto (2006), afirmam ser necessário realizar estudos acerca dos elementos do meio natural, são eles: solos, relevo, geologia, água, clima e vegetação, os quais devem ser avaliados de maneira integrada na análise da fragilidade, considerando-se sempre as intervenções antrópicas modificadoras dos ambientes naturais.

A produção de informação síntese determinando a fragilidade ambiental tornou-se em importante ferramenta a ser "utilizada por órgãos públicos na elaboração do planejamento territorial ambiental". Pois, a produção de cartografia retratando a fragilidade ambiental "permite avaliar as potencialidades do meio ambiente de forma integrada, compatibilizando suas características naturais com suas restrições" (KAWAKUBO et al., 2005).

Diante do exposto e com a finalidade de definir os diferentes níveis hierárquicos de fragilidade ambiental na Microrregião Geográfica Rio Vermelho-GO, aplicou-se a metodologia proposta por Ross (1994) em "Análise Empírica da Fragilidade dos Ambientes Naturais e

Antropizados", construída sob o prisma de que "a natureza apresenta funcionalidade intrínseca entre seus componentes físicos e bióticos.

Seguindo a metodologia proposta, foi feito o levantamento e construção de informações sobre: relevo, solo, geologia, pluviometria, uso da terra e cobertura vegetal, sendo posteriormente, essas variáveis cruzadas e analisadas de forma integrada, gerando um produto síntese expressando os diferentes graus de fragilidade que o ambiente possui em função de suas características genéticas e pela interferência do homem no ambiente.

O mapeamento foi sistematizado mediante uma hierarquia de fragilidade ambiental indicando estado de equilíbrio e desequilíbrio representada por: muito fraca (1), fraca (2), média (3), forte (4) e muito forte (5). O nível de fragilidade ambiental para a pluviometria ficou classificada como baixa, ocupando 52,26 % e a classe média com 37,74 %. A combinação desses algarismos propicia hierarquizar os diferentes graus de fragilidade ambiental natural.

Com base na informação de pluviometria (importante varável na correlação da capacidade da chuva em erodir o solo), foi calculado o valor de erosividade sendo obtido 507,4571 tn. ha-¹ ano, classificado de acordo com a proposta de Carvalho (1994), como uma região de nível médio, valor este muito próximo do limiar de 250 < R < 500 classificados como fraca, apresentando condições favoráveis à capacidade de erosão dos solos na microrregião Rio Vermelho - GO (Mapa 23).

Massa e Ross (2012), destacam a importância da variável precipitação na construção do modelo, na medida em que estas "exercem ação direta na dinâmica do sistema ambiental". A distribuição dos dados de precipitações regula o regime hídrico, exercendo "influência direta na evolução das formas do relevo por meio do intemperismo e erosão, principalmente pluvial e fluvial".

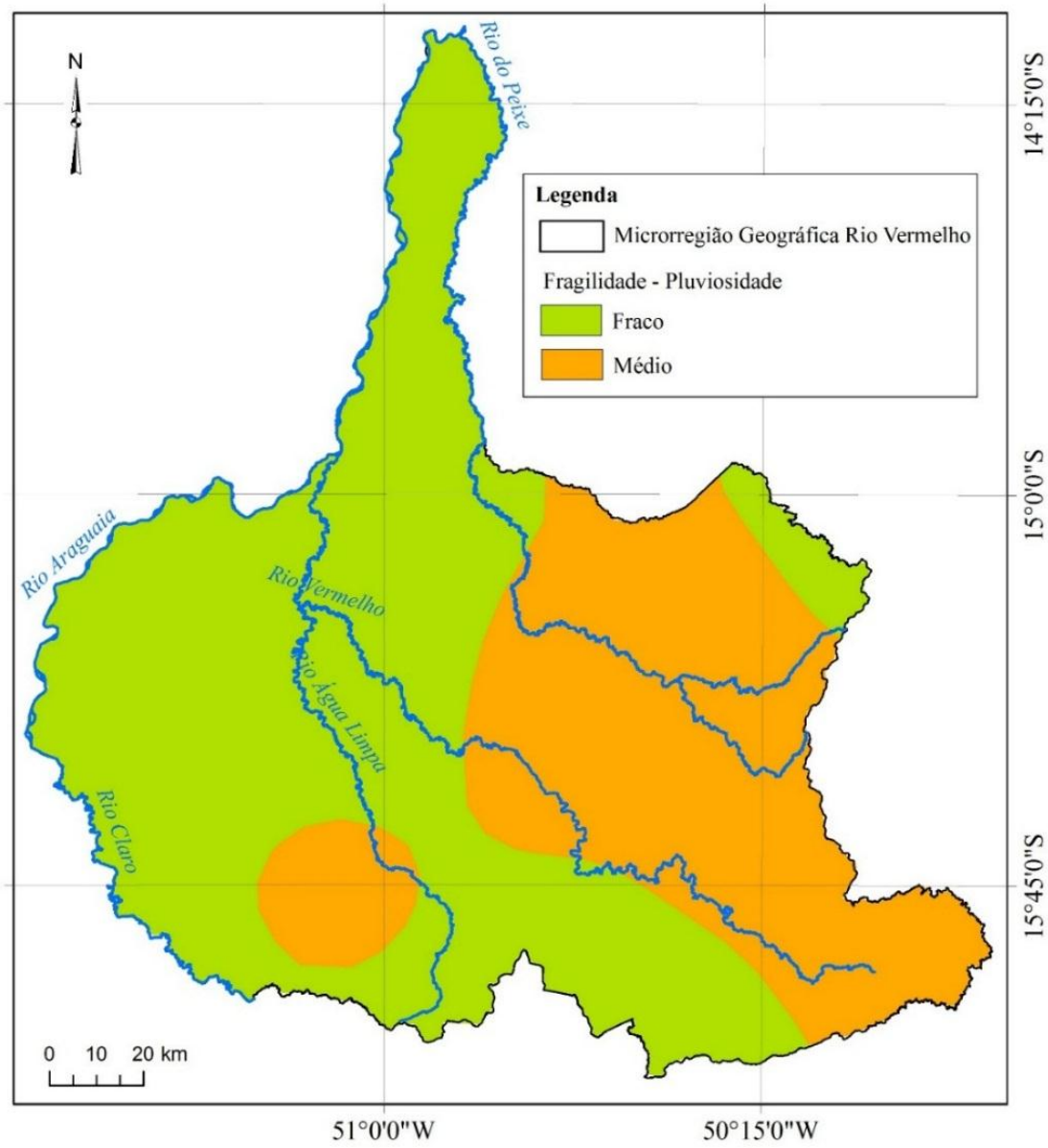
Os dados de pluviosidade analisados (apresenta índices pluviométricos variando entre 1.300 mm a 1.700 mm, distribuídas entre os meses de outubro a março), apresentam sazonalidade pluviométrica característica da região de Cerrado, concentrando chuvas no verão e período seco no inverno, caracterizando seu ritmo hidrológico.

No período de estiagem na região de Cerrado, a escassez de chuvas acarreta a atuação de forma menos expressiva dos processos de morfogênese. Entretanto, tem-se a ocorrência das chamadas popularmente como "as primeiras chuvas", que são chuvas isoladas e com significativa intensidade. Estas chuvas ocorrem normalmente no mês de setembro, e geralmente antecede o período chuvoso provocando processos expressivos de erosão.

Estes processos de erosão acontecem devido a dois aspectos principais: i) menor proteção do solo em relação à cobertura vegetal com menor densidade, promovendo seu alto

nível de ressecamento e ii) as áreas agrícolas em fase de preparação do solo para o plantio da safra e encontram-se totalmente em estado de solo exposto, aumentando seu nível de fragilidade.

Mapa 23 - Fragilidade ambiental da pluviometria na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO



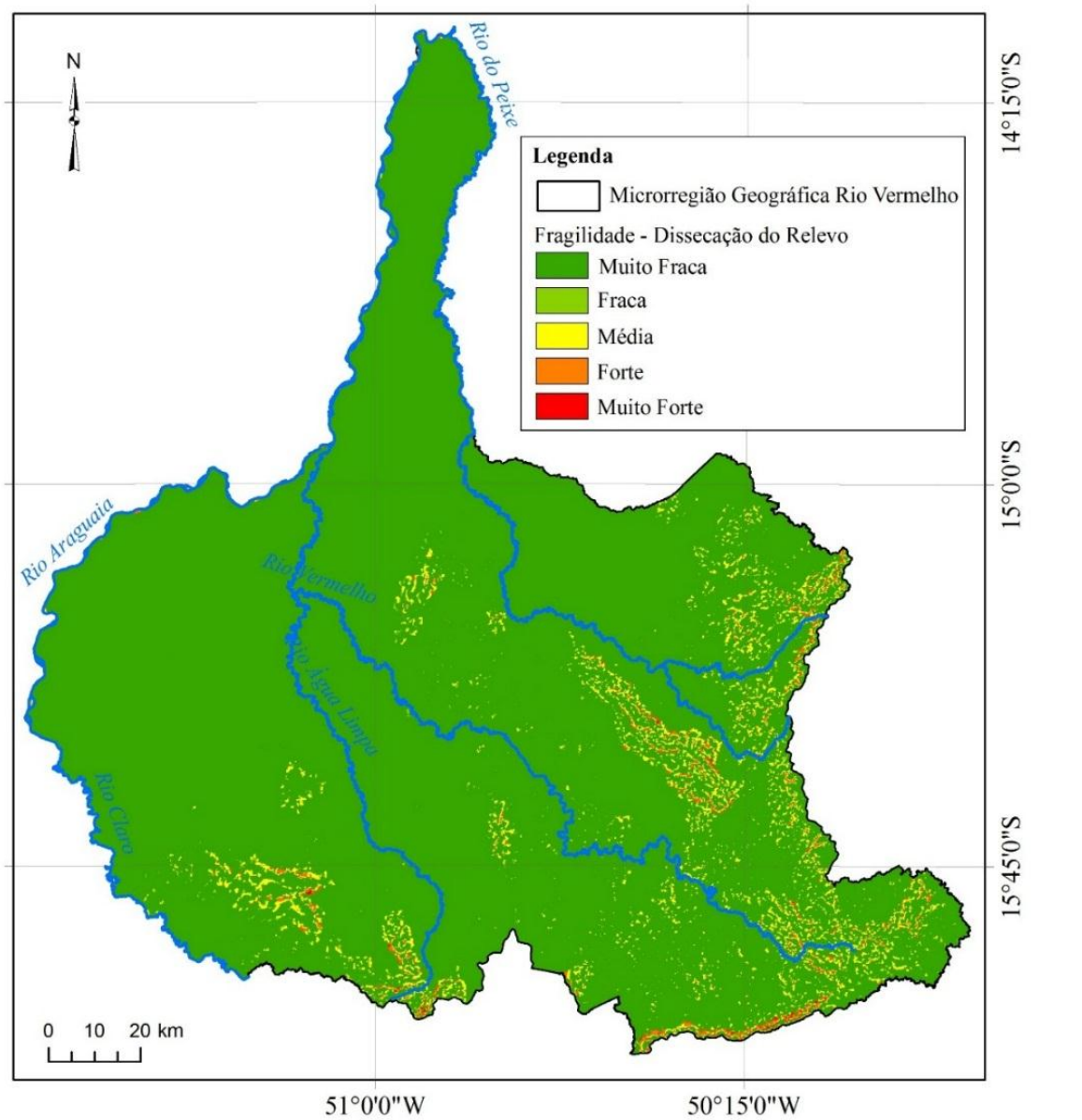
Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Dados das Estações Meteorológicas, ANA (2019).
Elaboração: A autora, 2018

Tais aspectos demonstram a importância fundamental dos dados climatológicos na análise de fragilidade ambiental, pois atua enquanto agente modificador dos processos de morfodinâmica, contribuindo para maior ou menor proporção da ação erosiva.

Para o mapeamento de dissecação do relevo a área de estudo apresenta cinco graus de fragilidade ambiental a partir da estruturação da matriz de índices de dissecação (combinação

dos fatores de densidade de drenagem ou dimensão interfluvial média - classes e grau de entalhamento dos vales - classes), estabelecendo as categorias de influência muito fraca ocupando 19.082, 28 km² (94,40 %), seguida de fraca com 741,57 km² (3,67 %), média 301,81 km² (1,49 %), forte 80,14 km² (0,40 %), e muito forte com apenas 9,01 km² (0,04 %), conforme ilustra o Mapa 24.

Mapa 24 - Fragilidade ambiental para os diferentes níveis de dissecação do relevo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** Imagem SRTM/USGS; IMG; SEGPLAN, 2017; **Elaboração:** A autora, 2019.

A dissecação muito fraca predomina na região, são áreas com altitude mais baixas, relevo plano e suavemente ondulado, solos com níveis maiores de argila e menores índices de susceptibilidade natural a processos erosivos, níveis de pluviométria mais baixo e mediano para

o padrão local, são áreas classificadas por Latrubesse e Carvalho (2006), de superfícies regionais de aplainamento.

Estas características formam um conjunto de "variáveis mais favoráveis", não descartando a necessidade da adoção de sistemas de manejo em função de suas limitações de uso dessas áreas de forma a reduzir os impactos negativos.

Por outro lado, tem-se um conjunto de "variáveis mais desfavoráveis" nas áreas de relevo ondulado e forte ondulado e com forte nível de dissecação do relevo, solos de textura mais frágeis e com maior susceptibilidade a processos erosivos, concentra os valores mais altos de pluviometria, tendo sua situação agravada quando detectado áreas com ausência de cobertura vegetal.

As classes mapeadas de dissecação foram: fraca, média, forte e muito forte. São áreas que apresentam relevo classificados de acordo com a Superintendência de Geologia e Mineração (SIC) (2006), como morros e colinas, estruturas dobradas, forte controle estrutural, apresentando características como: presença de vales encaixados, dimensão interfluvial pequena e apresenta maiores declividades.

Na definição das diferentes categorias de fragilidade ambiental dos solos, levou-se em consideração as características de: textura, estrutura, porosidade, permeabilidade, profundidade e pedregosidade. Estas características constituem-se em importantes elementos que vão caracterizar o grau de desenvolvimento do solo e dimensionar seu nível de susceptibilidade a processos de degradação.

Formando relevante componente na determinação das classes de fragilidade, tais como: muito baixa ocupando 9.908,01 km² (49,01 %) constituída pelos Latossolos, média com 1.671,37 km² (8,27 %) em áreas de Argissolos, a classe forte ocupando 5.971,43 km² (29,54 %) em solos do tipo Cambissolos e muito forte com área equivalente a 2.664 km² (13,18 %), constituídas de solos do tipo Neossolos Quartzarênicos e Neossolos Litólicos, conforme Mapa 25.

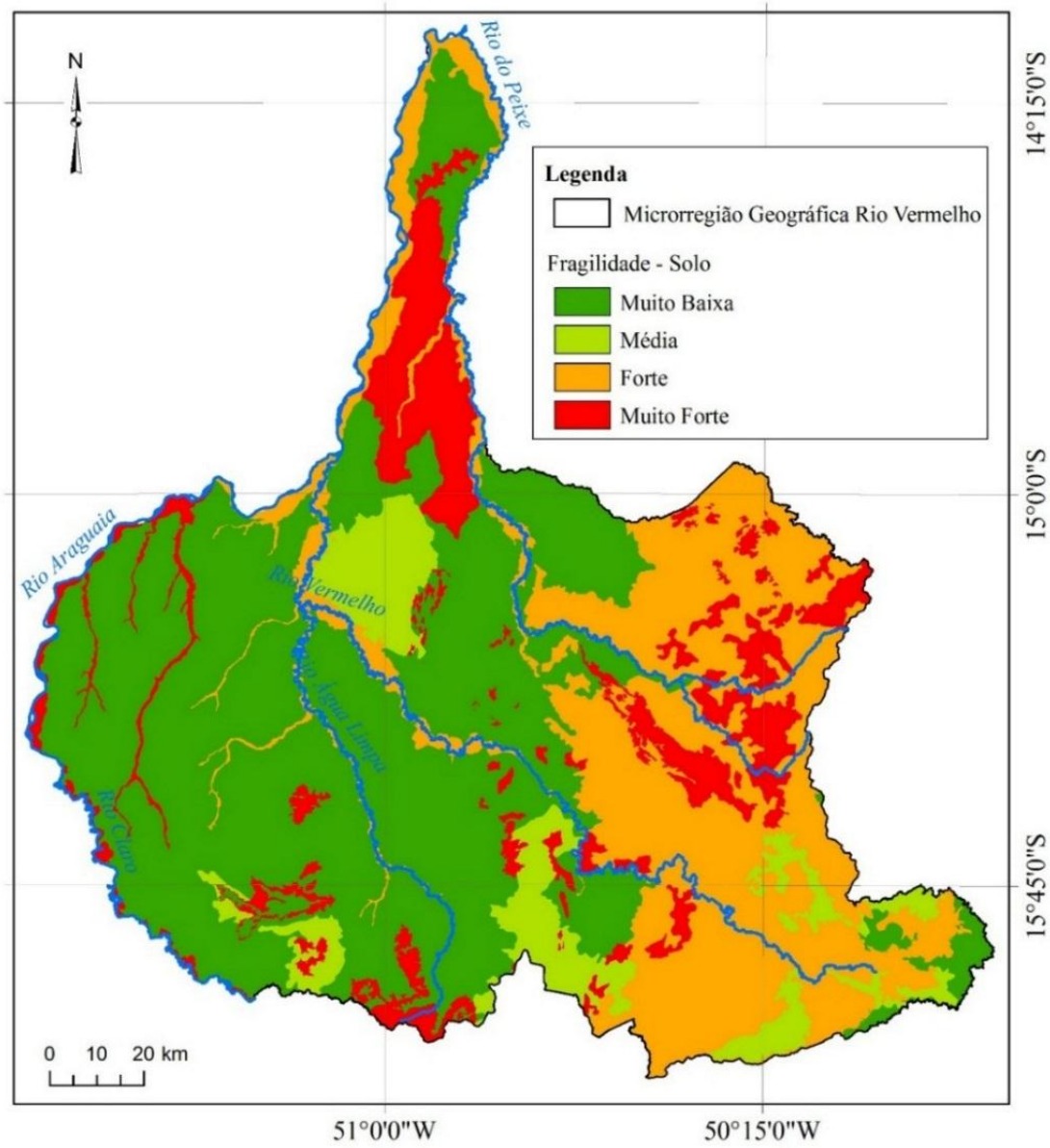
As zonas classificadas com fragilidade ambiental forte e muito forte representam área territorial considerável, juntamente com grande preocupação relativa aos problemas de manejo agrícola praticados com as atividades de agropecuária sobre tipos de solos (Neossolos, Cambissolos, Plintossolos e Gleissolos) mais frágeis naturalmente e com menor aptidão agrícola, tornando-os vulneráveis a processos de degradação ambiental.

A utilização de áreas arenosas para o plantio, em especial a soja, como é o caso dos neossolos localizados no município de Aruanã, é uma preocupação, pois os nutrientes lixiviam-

se muito rapidamente podendo atingir o lençol freático e provocar um desequilíbrio químico nestas áreas.

Já as áreas classificadas com fragilidade ambiental muito baixa, ocupam toda a faixa oeste da microrregião, área denominada de Bacia do Bananal (SIC, 2008), com a presença de solos do tipo latossolos e possui as seguintes características: são solos com avançado estágio de intemperização, muito desenvolvidos, apresentam mediana a baixa susceptibilidade a processos erosivos, são solos profundos e possuem baixo nível de fertilidade natural, uma limitação quanto ao uso agrícola, mas passível de ser resolvido a partir de sistemas de correção solo.

Mapa 25 - Fragilidade ambiental para os tipos de solo na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

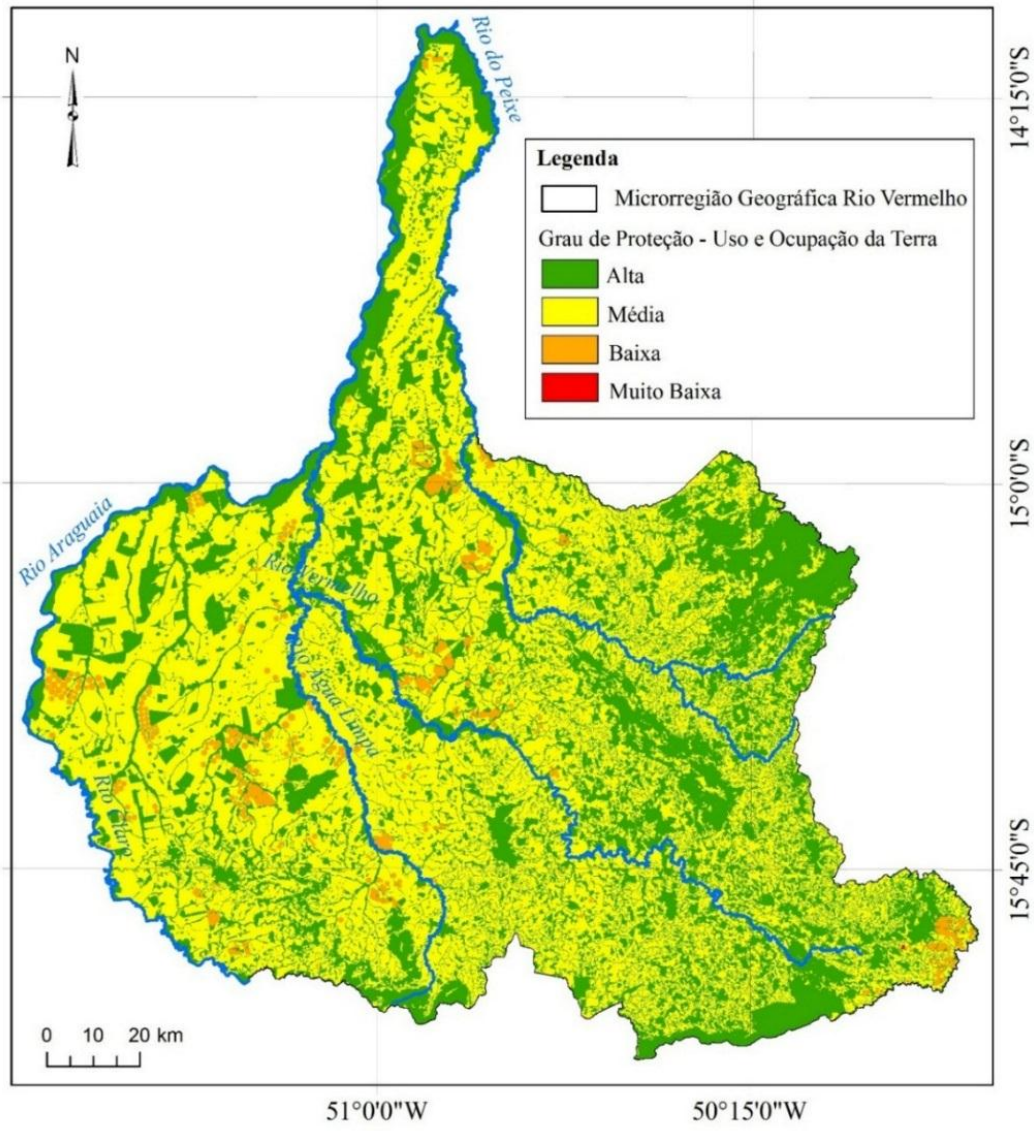


Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** Projeto RADAMBRASIL, Agência Ambiental de Goiás (2005); **Elaboração:** A autora, 2019.

Para Kawakubo et al. (2005), a fragilidade ambiental do solo ou erodibilidade consiste no grau de vulnerabilidade do solo a sofrer processos de erosão. "As diferenças nos atributos físicos e químicos explicam em muitos casos o fato de alguns solos erodirem mais que outros mesmos estando expostos a uma mesma condição ambiente".

Quanto a definição do grau de proteção do uso da terra e cobertura vegetal, foram identificadas no processo de interpretação as classes de uso: Agricultura Sequeiro; Massa de Água Artificial; Massa de Água Natural; Granja; Mineração; Parque (SD); Pastagem; Pivô Central; Silvicultura; Urbano; Vegetação Remanescente, sendo estabelecido com base nos critérios da proposta de Ross (1994), como ilustra o Mapa 26.

Mapa 26 - Fragilidade ambiental para os diferentes usos da terra e cobertura vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** Imagem Landsat 8 OLI (2018).
Elaboração: A autora, 2019.

Na hierarquização da capacidade de proteção dos solos, foram definidas 4 classes, sendo: Muito Baixo: com 0,75 km² (0,004 %), Baixo: com 476,4 km² (2,36 %) correspondendo as áreas de agricultura (irrigada e sequeiro), Médio: ocupando expressiva área com 11.788,12 km² (58,31 %) constituem nas pastagens e na silvicultura e Alto: ocupando 7.949,54 km² (39,33 %) correspondendo às áreas com cobertura vegetal, urbano, granja e os corpos de água.

As áreas com cobertura vegetal proporcionam proteção ao impacto das chuvas no solo da ação erosiva, mantendo-os em situação estável. Estas áreas são classificadas como Fragilidade Potencial, ou seja, "apresentam potenciais à ocorrência de processos morfodinâmicos agressivos face a sempre probabilidade das intervenções humanas" (SPÖRL, 2001).

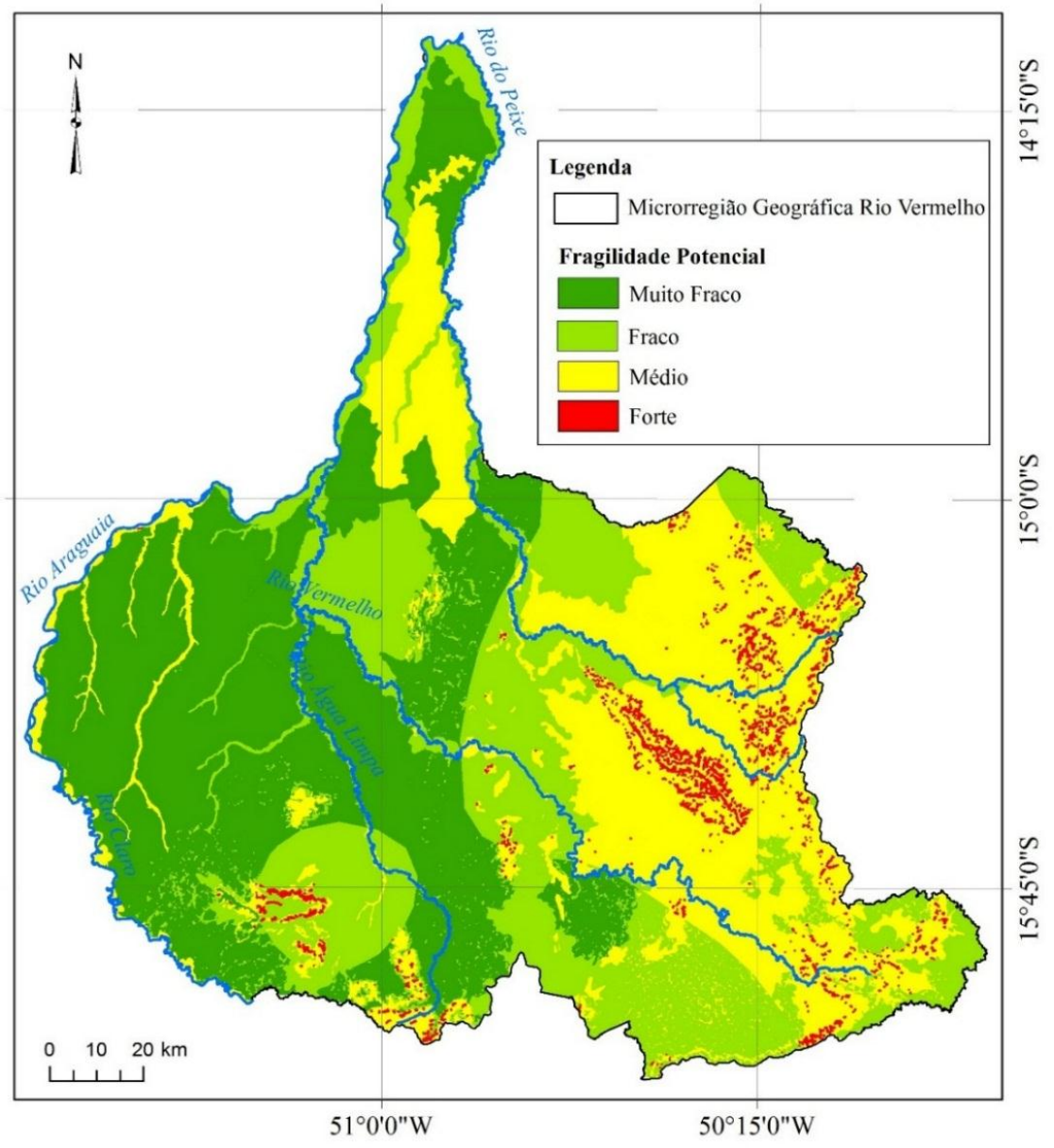
As pastagens e silvicultura apresentam proteção mediana do solo. E as áreas classificadas como muito baixa e baixa (agricultura e atividade de exploração mineral), são classificadas como Fragilidade Emergente, pois estes tipos de uso provocam situações favoráveis às alterações do estado de equilíbrio dinâmico.

A partir da combinação das diferentes variáveis (erosividade, dissecação do relevo, solo), obtido o modelo de Fragilidade Ambiental Potencial, resultando no mapeamento cartográfico de síntese com a definição de diferentes níveis hierárquicos de fragilidade ambiental natural do ambiente em função de suas carcterísticas genéticas para a Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO em 2018 (Mapa 27).

Com base na metodologia de Ross (1994), foram determinadas 4 (quatro) classes hierárquicas de fragilidade potencial, conforme Tabela 24. Os dados apresentam predominância da classe muito fraco (37,57 %), abrange área significativa da extensão ocidental da microrregião, é uma área de solos intemperizados, profundos e bem drenados e relevo plano, seguida da classe médio (32,81 %) onde estão localizados os solos do tipo cambissolo e neossolos requerendo uma atenção especial por se tratar de solos que apresentam teores significativos de areia, o que os tornam naturalmente mais frágeis, a classe fraco (29,13 %) e forte (0,49 %) é decorrente da inclinação do terreno, está presente em áreas de relevo acidentado, estruturas dobradas, morros e colinas com forte controle estrutural.

As classes definidas como médio e forte do modelo de fragilidade potencial ambiental elaborado proporcionam a leitura de um conjunto de variáveis associadas, reunindo fatores de potencialidade a erosividade pela chuva, relevo com forte declives e dissecação, e ainda solos que apresentam fragilidades ao serem submetidos a determinados usos.

Mapa 27 - Fragilidade potencial (natural) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Dados das estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas – ANA; Projeto RADAMBRASIL, Agência Ambiental de Goiás (2005).
Elaboração: Soares e Martins, 2019.

Estes resultados para a fragilidade potencial nos mostram que a Microrregião Geográfica Rio Vermelho apresenta um potencial à utilização significativo, sendo passível de discussão a sua potencialidade para atividades agrícolas e de outras atividades a serem implementadas.

A região apresenta extensa área com nível de fragilidade ambiental significativo, o que requer cautela, quanto aos tipos de atividades antrópicas, como por exemplo a constatação de atividade agrícola em área com fragilidade ambiental média, com solos mais arenosos e frágeis localizadas no município de Aruanã.

Para Ross (1994), é importante ressaltar que aliado a estes processos naturais, é cada vez mais significativa a ação humana, uma vez que, "ao se apropriar do território e de seus recursos naturais, causa grandes alterações na paisagem natural com um ritmo muito mais intenso que aquele que normalmente a natureza imprime".

Tabela 24 – Classes de Fragilidade Potencial (natural) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Classes	Area_km²	(%)
Muito Fraco	7594,056	37,57
Fraco	5888,996	29,132
Médio	6633,376	32,814
Forte	98,378	0,487
Total	20214,81	100

Organização: A autora, 2019.

A combinação do modelo de fragilidade ambiental potencial com a variável antrópica (uso da terra e cobertura vegetal, resultou na definição da fragilidade ambiental emergente, a qual está associada aos diferentes graus de proteção em função dos diferentes tipos de uso e cobertura vegetal na Microrregião Geográfica Rio Vermelho em 2018 (Mapa 28) e (Tabela 25).

Tabela 25 – Classes de Fragilidade Emergente na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.

Classes	Area_km²	(%)
Fraco	13955,449	69,04
Médio	6254,637	30,94
Forte	4,724	0,02
Total	20214,81	100

Organização: A autora, 2019.

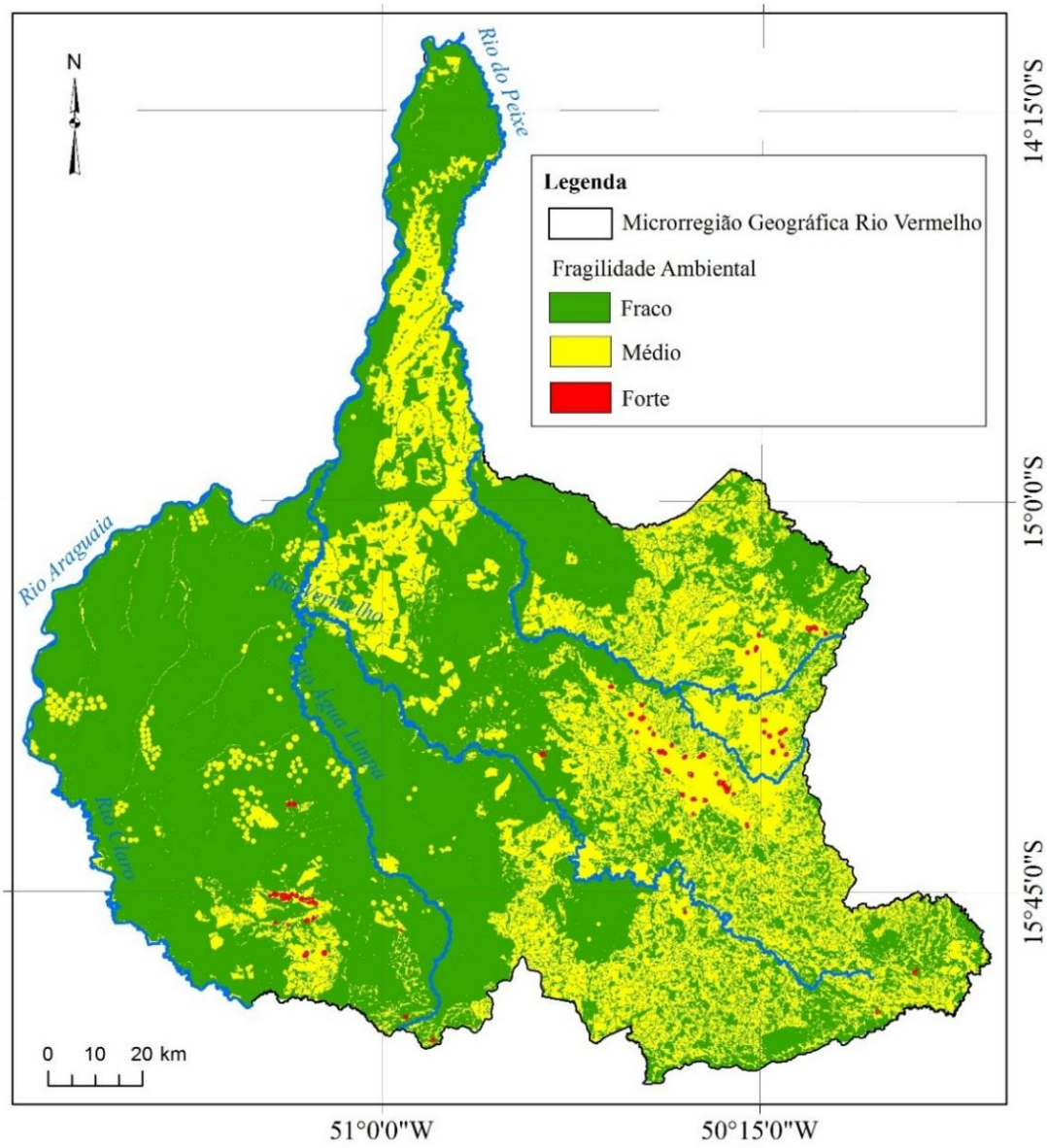
A aplicação do modelo para fragilidade ambiental emergente na microrregião propiciou a geração de 3 (três) classes hierárquicas de fragilidade, predominando a classe fraco ocupando (69,04 %), seguido da classe médio (30,94 %) e forte (0,02 %), característico das áreas onde o relevo é acidentado.

A geração desta informação síntese permite dimensionar como os diferentes tipos de uso influenciam nos processos de desequilíbrios sobre o meio natural, deixando evidente a importância da produção deste tipo de geoinformação e seu monitoramento como subsídio ao manejo dos recursos naturais.

As mudanças verificadas dos diferentes usos da terra e cobertura vegetal são resultantes de fatores socioeconômicos, políticos e ambientais. Portanto, é essencial o entendimento de como esses fatores se correlacionam e promovem as transformações que ocorrem no uso da

terra, podendo condicionar impactos ao ambiente natural e nas atividades econômicas locais e regionais.

Mapa 28 - Fragilidade ambiental emergente na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Dados das estações meteorológicas da Agência Nacional das Águas – ANA; Projeto RADAMBRASIL, Agência Ambiental de Goiás (2005); Imagem Landsat 8 OLI (2018).
Elaboração: Soares e Martins, 2019.

Para Ross (1994), a grande contribuição dos modelos de fragilidade ambiental é proporcionar uma maior agilidade no processo de tomada de decisões, servindo de subsídio para a gestão territorial de maneira planejada e sustentável, evitando problemas de ocupação desordenada.

Neste sentido, observa-se a eficácia dos resultados com a aplicação de geotecnologias na geração de geoinformações (processo de aquisição, sistematização, análise e modelagem de dados espaciais), subsidiando tomada de decisões com ênfase ao ordenamento e à gestão do território, permitindo que sejam realizados diagnósticos estabelecendo estratégias de planejamento para sugerir medidas de intervenções socioeconômicas e ambientais.

5.5 Identificação das Áreas com Potencial Agrícola Tecnificada Utilizando Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP)

Atualmente, o segmento agrícola vê-se frente ao desafio de aumentar a produção agrícola de forma a garantir segurança alimentar sem provocar degradação do meio ambiente, garantindo sustentabilidade ao processo.

A geoinformação se coloca neste cenário com grande importância nas diferentes áreas do conhecimento, tanto a nível institucional, profissional e acadêmico na formatação de diagnósticos e apoio a planejamentos gerando cenários prospectivos do meio físico a partir de diferenciadas variáveis ambientais, expondo situações adversas acerca de fragilidades e potencialidades a que o meio ambiente pode estar exposto.

No âmbito da relevância da informação geográfica, esta fase da pesquisa pautou-se na utilização de uma combinação em ambiente SIG (Sistemas de Informação Geográfica) dos procedimentos metodológicos de análise multicritério e Processo de Análise Hierárquica - AHP, a partir de vários critérios e subcritérios de natureza geo-espacial qualitativa e quantitativa, com a finalidade de avaliar a aptidão da Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO e determinação de áreas que reúnem predicados para uso agrícola sustentável (Quadro 18).

A escolha pela aplicação desta metodologia deu-se em função do AHP – *Analytic Hierarchy Process* ser um método de decisão multicritério para problemas complexos que consegue com eficácia e relativa facilidade agregar fatores quantitativos e qualitativos. O problema trabalhado é organizado em hierarquia, e em seguida as possíveis alternativas são comparadas entre si, gerando matrizes de comparação (WOLFF, 2008).

A partir do julgamento das alternativas determinou-se os pesos para os critérios (varáveis) e os subcritérios permitindo a análise combinada com a definição do grau de importância para cada variável (plano de informação), assim como para cada atributo que compõem a legenda da geoinformação para a geração do resultado final.

Trata-se da representação gráfica da complexidade do mundo real, com o seu conjunto de atributos geográficos reais, integradas num Sistema de Informação Geográfica (SIG), utilizando categorias de dados espaciais, resultando na identificação de um conjunto de

elementos geográficos considerados relevantes diante do foco de análise estabelecidos em conformidade com seu objetivo de estudo.

Quadro 18 - Critérios e Subcritérios obtidos na pesquisa.

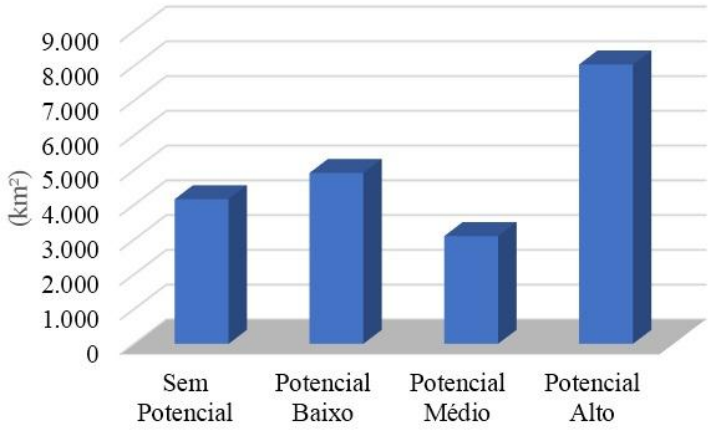
Nível 1	**Nível 2**		**Nível 3**	
	Critérios	**Peso (%)**	**Subcritérios**	**Peso (%)**
Objetivo Geral	Fragilidade Potencial	31%	Muito Fraco	52%
			Fraco	32%
			Médio	11%
			Forte	4%
	Solo	24%	Latossolos	40%
			Argissolos	23%
			Cambissolos	13%
			Plintossolos	6%
			Gleissolos	4%
			Neossolos_Q	2%
			Neossolos_L	2%
	Declividade	21%	00 a 03	38%
			03 a 08	35%
			08 a 20	13%
			20 a 45	7%
			45 a 75	4%
			> 75	4%
	Aptidão Agrícola	15%	Aptidão boa para manejo C, regular B, e inapta A	35%
			Aptidão boa em B, regular em C e inapta em A	14%
			Aptidão boa em A, regular em B e C	13%
			Aptidão boa em B, regular em A e inapta em C	6%
			Aptidão regular no manejo B, C e inapta no A	8%
			Aptidão regular para pastagem nativa	4%
			Aptidão regular para pastagem plantada	3%
			Aptidão restrita no manejo B, C e inapta no A	3%
			Aptidão restrita para pastagem nativa	3%
			Aptidão restrita para pastagem plantada	3%
			Área Urbana	3%
			Massa de Água	3%
			Terra sem Aptidão	3%
	Uso e Ocup. da Terra - 2018	9%	Agricultura Sequeiro	23%
			Pivô Central	23%
			Silvicultura	18%
			Pastagem	18%
			Vegetação	5%
			Massa de Água Natural	3%
			Massa Água Artificial	3%
			Granja	3%
			Mineração	3%
			Parque-SD (Parque Estadual Serra Dourada)	2%
			Urbano	2%

Fonte: Adaptado de CABRAL, 2012.

O uso da análise multicritério e o processo de análise hierárquica permitiu associar os diferentes critérios, integrando-os num mapa síntese contendo uma hierarquia de aptidão agrícola. Este mapa síntese final é composto por 4 classes agrupadas representando

características de aptidão denominadas de: Sem Potencial, Potencial Baixo, Potencial Médio e Potencial Alto, conforme ilustra o Gráfico 20 e o Mapa 29.

Gráfico 20 - Níveis de aptidão agrícola (km²) na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.



Organização: A autora, 2019.

As áreas classificadas como Sem Potencial para a prática de atividade agrícola tecnificada corresponde a 4.161,53 km² (20,59%), apresentam características de solos com limitações de uso devido sua composição física e química, os quais estão predominantemente associados:

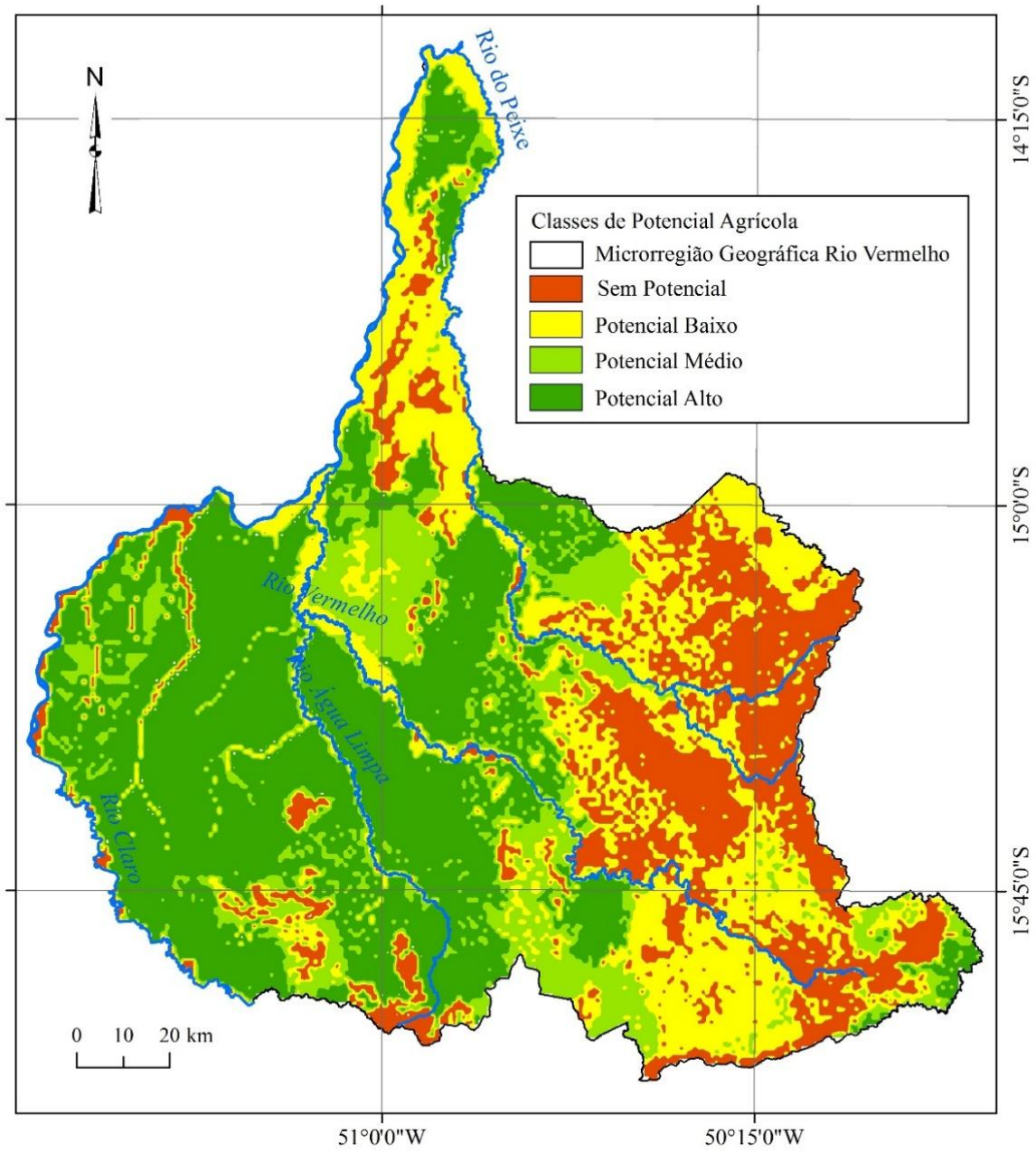
i) Em um primeiro aspecto, a índices mais acentuados de declive do terreno com a presença de relevo de morros, colinas, estruturas dobradas com forte controle estrutural com níveis de dissecação forte (relevo forte ondulado);

ii) No segundo aspecto concerne a áreas em relevo plano (Bacia do Bananal – Formação Araguaia) com solos de textura mais arenosa localizados em superfície regional de aplainamento com altitude de até 300 m, caracterizadas pelas faixas aluviais e planícies fluviais, sinalizando por meio dessas características a presença de áreas que contêm sérias restrições de usos, assim como outras com forte adequação para preservação.

Para a classe de Potencial Baixo com área de 4.916,74 km² (24,32%), verifica-se seu predomínio em toda extensão oeste da microrregião estando associada à fragilidade ambiental de nível médio e as características do solo Cambissolos classificado como solos jovens, pouco profundos, pois estão em fase inicial de sua formação, apresentando textura média, solos de cascalho e relevo ondulado e forte ondulado.

Esta classe também está presente no centro-norte da microrregião, a qual está vinculada a solos do tipo Neossolos (solo mineral pouco evoluídos) com textura arenosa, relevo plano com a presença de área de contato de vegetação na forma de enclaves e savana parque.

Mapa 29 - Mapa Geoambiental de Potencial Agrícola na Microrregião Geográfica rio Vermelho - GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: Dados Geoambientais: Imagem SRTM/USGS-IMG-SEGPLAN (2017); Projeto RADAMBRASIL e Agência Ambiental de Goiás (2005); Superintendência de Geologia e Mineração–SIC (2006 e 2008).
Elaboração: A autora, 2019

Apresenta fragilidade ambiental de nível médio, além ainda das nas planícies fluviais dos rios Vermelho, Peixe e do próprio Araguaia, onde estão presentes os solos com restrições de uso como os Plintossolos (apresentam plintização), são solos constituídos de material mineral e Gleissolos, que são hidromórficos (saturados em água) e ricos em matéria orgânica de acordo com a classificação de solos da Embrapa (2013).

A classe de Potencial Médio compõe 3.100,42 km² (15,34%) da área, aparece predominantemente no sul do município de Aruanã, uma faixa sentido norte/sul ocupando

desde o oeste de Araguapaz, noroeste de Faina, o centro de Matrinchã, todo o centro/sul de Itapirapuã e o sul de Jussara e Santa Fé de Goiás, consistindo em zonas com nível de fragilidade ambiental fraca classificadas de acordo com a proposta de Ross (1994).

Possui relevo plano a suave com altitude de até 400 m e associada aos argissolos classificados como solos evoluídos, textura variando de argilosa, média e média cascalho.

Em relação à classe de Potencial Alto constitui-se na maior área ocupando 8.036,11 km² (39,75%), integrando características de relevo plano com nível de fragilidade ambiental classificada como muito fraca e fraca em função da aplicação da proposta metodológica de Ross (1994).

Está vinculada a unidade geológica da Bacia do Bananal com depósitos aluvionares (silte e areia siltosa) e terraços aluvionares (sedimentos siltico-arenosos e arenosos inconsolidados com níveis conglomeráticos) (SIC, 2008).

Os Latossolos predominam (solos evoluídos e intemperizados) com textura variando de argilosa – argilosa e média – média e argilosa. Segundo Lepsch (2002), os Latossolos caracterizam-se pelas argilas do tipo caulinita ou oxi-hidróxidos de ferro e alumínio, cujas partículas são revestidas por óxidos de ferro, constituindo no fator responsável pelas cores em tonalidades avermelhadas ou amareladas.

Sua estrutura geomorfológica está associada à superfície regional de aplainamento com cota altimétrica de até 400 m e também entre 700 m a 800 m com índice de dissecação muito fraco e média respectivamente (SIC, 2006).

Estas condições reúnem predicados favoráveis para mecanização, sendo nestas áreas predominantemente onde vem ocorrendo preferencialmente a expansão da agricultura irrigada por pivô central e agricultura de sequeiro, porém no contraponto ressalta-se a importância da adoção de sistemas de manejo que levem em consideração medidas de conservação que contribuam para a minimização dos impactos ao meio natural nos seus diferentes níveis hierárquicos de adequações.

5.5.1 Áreas de Preservação e Conservação

A discussão em relação às questões ambientais na Microrregião Geográfica rio Vermelho - GO, assume importante papel no que diz respeito a um modelo de uso da terra e cobertura vegetal, que vem ocorrendo de forma desordenada, muitas vezes ultrapassando a capacidade de suporte do solo, expondo o ambiente natural a fatores ligados a processos de degradação ambiental.

Na perspectiva do presente trabalho de realizar uma análise geoambiental, focando a geração de informações geográficas reportando os diferentes estágios de fragilidades e

potencialidades, e não menos importante a valorização das áreas destinadas para preservação e conservação, assumindo um caráter norteador de políticas públicas no que se refere ao Código Floretal em vigência, a definição de áreas prioritárias para conservação, além de auxiliar a criação e/ou ampliação de unidades de conservação, caracteriza-se nos últimos tempos como requisito em negociações de decisões no âmbito das políticas econômicas.

Neste sentido, nos últimos anos observa-se que a questão ambiental vem tomando novos rumos, baseado na elaboração e implementação de políticas ambientais, de forma a conciliar preservação do meio ambiente e os processos de produção, com base em desenvolvimento sustentável, a partir da introdução da variável ambiental em decisões de natureza "política, econômica e de financiamento de projetos e outros dispositivos de dimensão ambiental inseridos nas decisões de políticas públicas" (PAZ et al., 2000).

No contexto destas discussões, tem-se a preocupação em apresentar geoinformações que reportam o *status* da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, em conformidade com a legislação ambiental vigente, o Código Florestal Brasileiro estabelecido com base na Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), que dispõe sobre normas de proteção da cobertura vegetal nativa. Os dados de Área de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL) foram confeccionadas a partir do Cadastro Ambiental Rural (CAR), criado com base nesta lei federal, juntamente com a Lei Estadual 18.104/2013 e a Instrução Normativa 002/2014 do Ministério do Meio Ambiente - MMA, dispondo sobre informações ambientais das propriedades e posses rurais.

As informações do Cadastro Ambiental Rural foram disponibilizadas pelo Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural[15] (SICAR) (2019), informações sobre a área destinada para proteção ambiental em conformidade com o Código Florestal Brasileiro no que concerne às categorias de Área de Preservação Permanente[16] (APP) compondo um total de 2.041,23 km² (10,10%) e Reserva Legal[17] (averbada) totalizando 641,18 km² (3,17%) e Reserva Legal

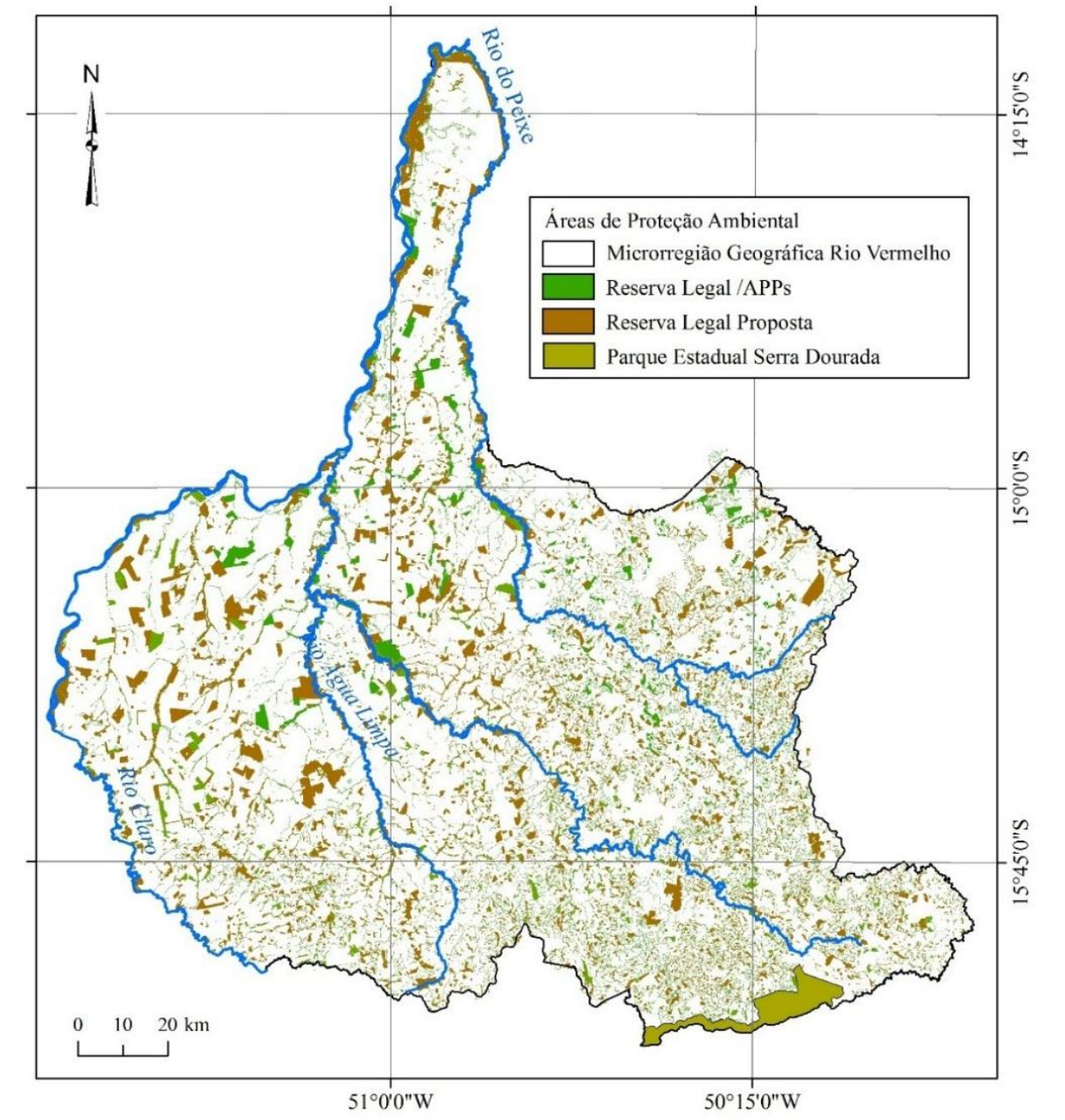
[15] O Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural - SICAR foi criado por meio do Decreto n° 7.830/2012 e definido como sistema eletrônico de âmbito nacional destinado à integração e ao gerenciamento de informações ambientais dos imóveis rurais de todo o País. Essas informações destinam-se a subsidiar políticas, programas, projetos e atividades de controle, monitoramento, planejamento ambiental e econômico e combate ao desmatamento ilegal (SICAR, 2019) – Disponível em: www.car.gov.br

[16] De acordo com o Art. 3º do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), entende-se por Área de Preservação Permanente (APP): área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas.

[17] De acordo com o Art. 3º do Código Florestal Brasileiro (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012), entende-se por Reserva Legal: área localizada no interior de uma propriedade ou posse rural, delimitada nos termos do art. 12, com a função de assegurar o uso econômico de modo sustentável dos recursos naturais do imóvel rural, auxiliar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos e promover a conservação da biodiversidade, bem como o abrigo e a proteção de fauna silvestre e da flora nativa.

(proposta) com 2464,73 km² (12,19%) (Mapa 30). Os quantitativos desses parâmetros estão apresentados de forma detalhada por município na Tabela 26.

Mapa 30 - Espacialização das áreas de APP, RL averbada e RL proposta na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84; **Fonte:** SICAR, 2019.
Organização: A autora, 2019.

De acordo com os dados disponibilizados pelo SICAR (2019), as Áreas de Preservação Permanente (APP), constituem nas diferentes formas de vegetação natural situadas basicamente em:

1) Áreas de banhado;

2) Margens de lagos e lagoas naturais;
3) Nascentes ou olhos d'água perenes;
4) Reservatório artificial decorrente de barramento de curso d'água;
5) Áreas de veredas;
6) Margens dos rios até 10 metros;
7) Margens dos rios de 10 até 50 metros;
8) Margens de rios de 50 a 200 metros;
9) Margens de rios de 200 a 600 metros;
10) Margens de rios com mais 600 metros de largura;
11) Áreas com declividade superior a 45 graus;
12) Áreas de topo de morro.

Para além das unidades ambientais normalizados pela Legislação Ambiental vigente, a Microrregião Geográfica Rio Vermelho conta com importante reforço, pois abriga parte da Unidade de Conservação denominado de Parque Estadual da Serra Dourada no município de Goiás com área de 147,5 km², representando 0,89% da área de estudo, sendo sua área total equivalente a 287,42 km², abrangendo também os municípios de Mossâmedes e Buriti de Goiás. Constituindo em uma unidade estadual de proteção integral, criado a partir do Decreto 5.768 de 05 de junho de 2003 tendo sua administração sob a responsabilidade da SECIMA.

Tabela 26 - Quantitativo dos parâmetros de APP, RL Averbada e RL Proposta na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - Goiás por município.

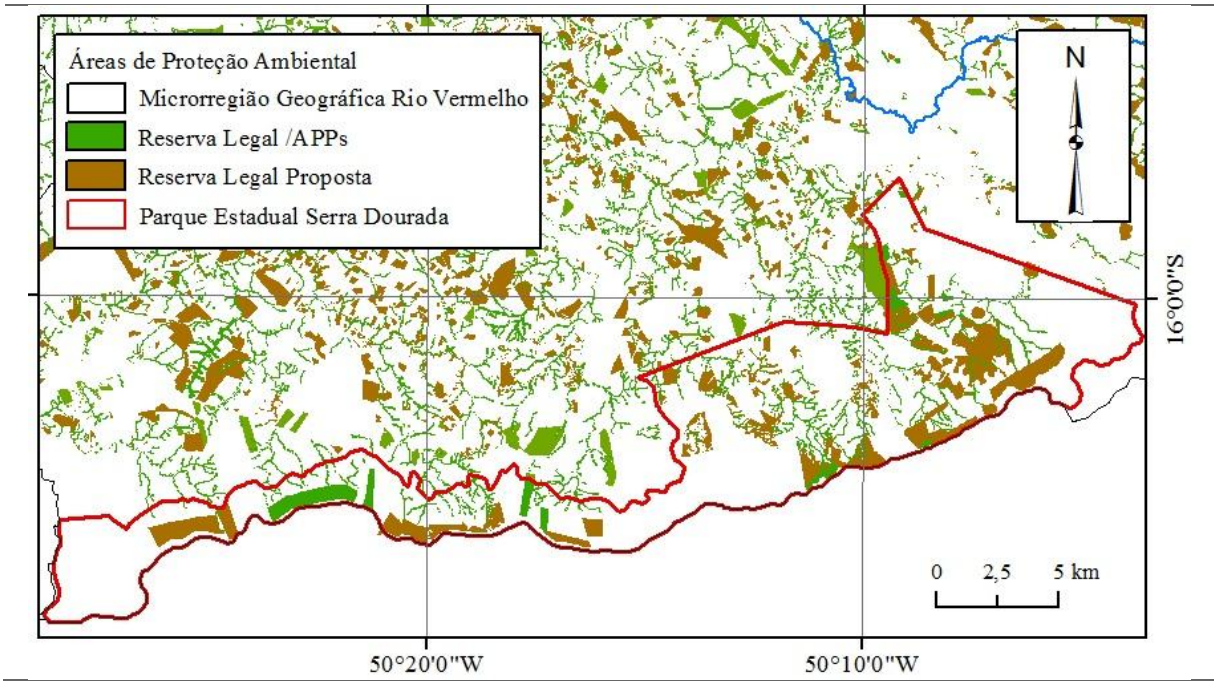
Municípios	**Área do Município (km²)**	**APP (km²)**	**RL_AV (km²)**	**(%)**	**RL Proposta (km²)**	**(%)**	**Diferença (%) RL-AV/RL-P**
Araguapaz	2193,7	222,77	69,28	3,16	223,61	10,19	7,03
Aruanã	3055,292	273,39	114,17	3,74	445,52	14,58	10,84
Britânia	1463,006	128,16	73,75	5,04	154,7	10,57	5,53
Faina	1945,658	264,45	54,17	2,78	210,27	10,81	8,03
Goiás	3108,019	459,86	74,84	2,41	372,38	11,98	9,57
Itapirapuã	2043,715	239,29	63,75	3,12	237,89	11,64	8,52
Jussara	4085,363	260,09	122,11	2,99	517,88	12,68	9,69
Matrinchã	1150,894	103,12	46,72	4,06	150,56	13,08	9,02
Santa Fé de Goiás	1169,167	90,1	22,39	1,92	151,92	12,99	11,07
TOTAL	**20214,814**	**2041,23**	**641,18**	**3,17**	**2464,73**	**12,19**	**9,02**

(APP) Área de Preservação Permanente; (RL-AV) Reserva Legal Averbada e RL Proposta.
Fonte: SICAR, 2019.
Organização: A autora, 2019.

Entretanto, de acordo com a espacialização dos dados disponibilizados pelo SICAR (2019), constata-se que áreas de preservação permanente e reserva legal foram declaradas no

âmbito do Cadastro Ambiental Rural (CAR), estão se sobrepondo à área que compõe a unidade integral de conservação denominada Parque Estadual Serra Dourada, importante estratégia de conservação da biodiversidade, como ilustra o Mapa 31.

Mapa 31 - Áreas de APP e RL averbada e RL proposta no Parque Estadual Serra Dourada no sudeste do município de Goiás.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: SICAR, 2019.
Organização: A autora, 2019.

Tal situação pode ser explicada pelo fato dos proprietários dos imóveis que foram inclusos na área do Parque Estadual Serra Dourada, ainda não foram indenizados. Em comunicado realizado em 30 de maio de 2018 pela SECIMA (Secretaria de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos), desde sua criação havia muitas divergências quanto ao seu limite de abrangência. Em abril de 2018 foi feito um acordo e criado um Grupo de Trabalho para resolver a questão.

O Grupo de Trabalho em conjunto com os proprietários acordou um novo limite (perímetro) para o parque que tinha 287,47 m² passando a ter 230,00 km², sendo deduzida áreas com benfeitorias e sem atrativo ambiental e interesse para conservação. A tramitação para oficializar a mudança encontra-se em andamento, a qual deverá passar na forma de minuta de lei pela Secretaria da Casa Civil e posteriormente submetida à aprovação na Assembleia Legislativa determinando o perímetro novo do Parque Estadual Serra Dourada. (SECIMA, 2018).

Localizado em meio ao limite administrativo do Parque Estadual Serra Dourada (147,5 km²) concernente ao município de Goiás, verifica-se 26,83 km² compondo a Área de Preservação Permanente, 4,28 km² cadastrada como Reserva Legal Averbada e Reserva Legal Proposta com 24,86 km² representando 18,19%, 2,90% e 16,85% respectivamente em relação ao parque.

Além das áreas de preservação em cumprimento da legislação ambiental, a microrregião possui também uma unidade de conservação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN), denominada Reserva Boca da Mata com área de 10,58 km², localizada no município de Aruanã de propriedade da Boca da Mata Empreendimentos Ltda, criada sob a portaria 150/98-N.

A RPPN está situada em ambiente de planície fluvial com solo do tipo Gleissolo à margem do baixo Rio Vermelho, área de relevo plano e suave ondulado com cobertura vegetal secundaria em áreas de contato savana com floresta estacional semidecidual.

É oportuno destacar que a região reúne também áreas com características ambientais classificadas como Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade. Este trabalho de classificação foi realizado inicialmente pelo Centro de Pesquisa Aplicada à Biodiversidade (CABS) para o Cerrado, núcleo de estudo da Conservation International (CI) em 2000.

A escolha das áreas para conservação teve como critério a identificação de espécies endêmicas da flora e áreas que estão passando por intenso processo de perda de habitats. Para tanto, foi estruturada uma base de atividades científicas composta por pesquisa de escritório, pesquisa de campo, atividade de monitoramento e estabelecimento de atividades com prioridades em escala regional por meio de parcerias com universidades, centros de pesquisa, organizações governamentais e não-governamentais (CI, 2000).

Em 2004 foi concluído a nível do estado de Goiás, o Projeto de Identificação de Áreas Prioritárias para Conservação da Biodiversidade e o Diagnóstico Ambiental do Alto Araguaia (2010), Desta forma, além do Parque Estadual da Serra Dourada e a RPPN Boca da Mata, a microrregião também abriga 04 (quatro) áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade (Mapa 32), as quais são:

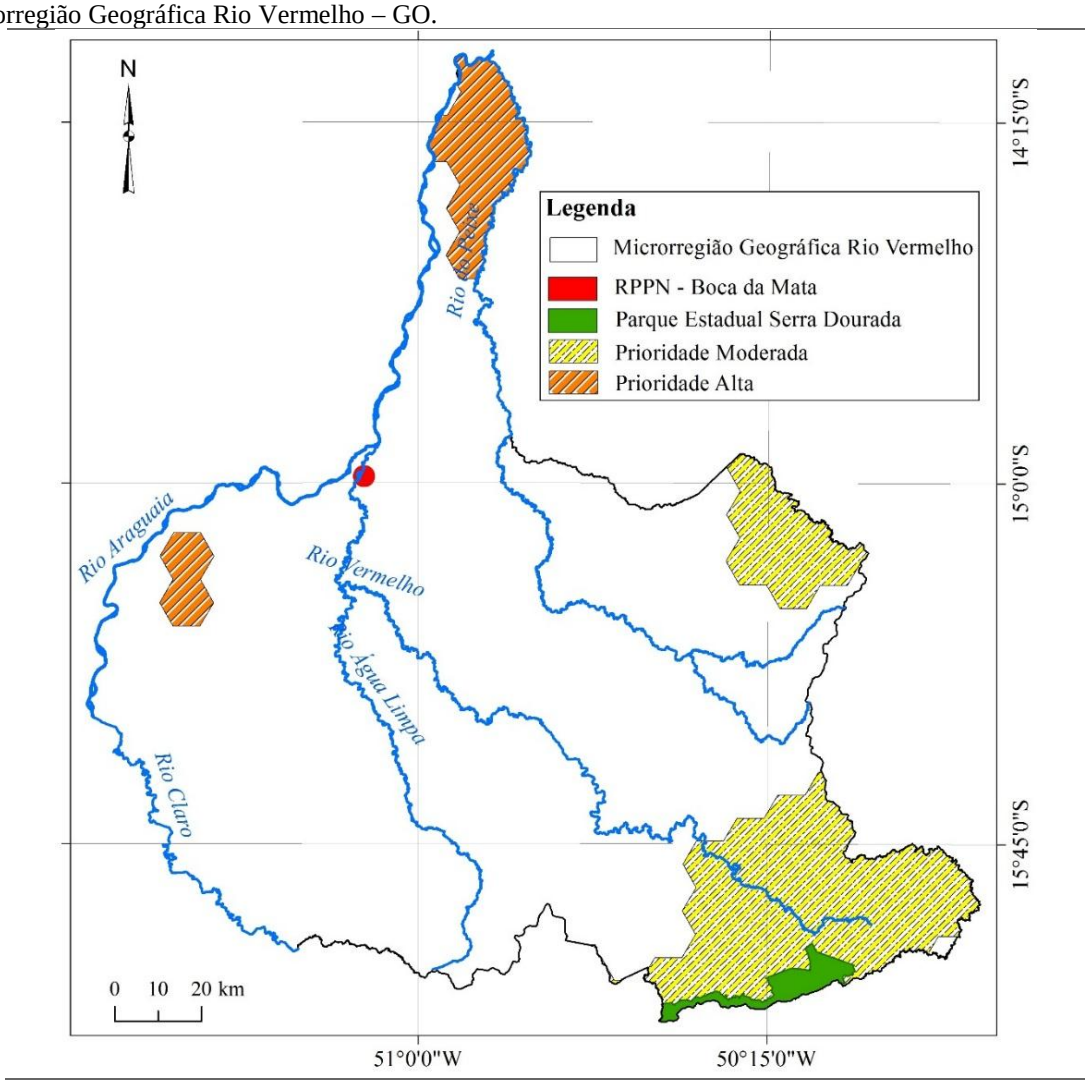
i) Área prioritária em Aruanã: possui alta prioridade para conservação por apresentar baixa possibilidade de recuperação. Está localizada em área de vegetação classificada como savana parque, área de contato de savana arborizada e floresta estacional semidecidual aluvial no baixo Rio do Peixe;

ii) Área prioritária em Jussara: possui alta prioridade para conservação por apresentar características, cuja possibilidade de recuperação é muito difícil.

Encontra-se localizada na subbacia hidrográfica do Ribeirão Vinte de Maio e sua vegetação classificada do tipo savana arborizada e savana florestada;

iii) Áreas prioritárias em Goiás e Araguapaz: possuem grau moderado de prioridade para conservação com possibilidade moderada de recuperação, e vegetação classificada como contato na forma de encraves de savana arborizada

Mapa 32 - Localização do Parque Estadual Serra Dourada, RPPN e Áreas Prioritárias para Conservação na Microrregião Geográfica Rio Vermelho – GO.



Metadados: Sistema de Projeção UTM – Datum: WGS-84.
Fonte: SEMARH (2005).
Elaboração: A autora, 2019.

.

Tais constatações subsidiadas pelo uso das geotecnologias constituem em importante aliado para apoiar a realização e análises, construção de diagnósticos, estabelecer prognósticos e monitoramento nas variadas escalas de pesquisa, mostrando-se indispensáveis nas tomadas de decisões para planejamento, tanto para determinar questões de adequação quanto para conservação e cumprimento da legislação em vigor.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante destacar que o objetivo deste projeto teve com referência a criação de meios para subsidiar atividades e ações dirigidas ao planejamento e gestão do território apoiado na construção de uma base de informações como condição s*ine qua non* para orientar tomadas de decisões mais assertivas no que concerne ao desenvolvimento sustentável da Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO.

Diante da grande extensão territorial que representa espacialmente a microrregião e seus municípios, a ênfase da pesquisa aponta para a necessidade de estimular o investimento na construção de informações precisas, concisas e atualizadas, retratando aspectos socioeconômicos e ambiental na condição para nortear diretrizes básicas de um plano de gestão sustentável.

Assim, o delineamento e validação das geoinformações ao longo do percurso da pesquisa, deu-se com o uso de metodologia de trabalho contemplando de ferramentas Sensoriamento Remoto (SR) e Sistema de Informação Geográfica (SIG) e técnicas de Análise Multicritério (AMC) e Processo de Análise Hierárquica (AHP).

No âmbito da pesquisa de realizar uma análise integral do ambiente, baseada nos preceitos do enfoque sistêmico, foram definidas unidades de paisagem que compõem a Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, com base nas diferentes variáveis geoambientais, possibilitando uma visão síntese e instantânea das paisagens, levando à compreensão de um sistema integrado e funcional com elementos dinamicamente indissociáveis. Neste contexto, foram definidas 5 unidades de paisagem que são: Planície fluvial (5,84%); Superfície regional de aplainamento com dissecação muito fraca (33,42%); Superfície regional de aplainamento com dissecação média (37,18%); Superfície regional de aplainamento com dissecação média e altimetria entre 700 e 800 m (1,34%); e Relevo de morros, colinas e estruturas dobradas com forte dissecação (21,82%).

Como produtos resultantes destes *inputs* temos: análises multitemporais do uso da terra e cobertura vegetal, análise das alterações das categorias de uso e cobertura vegetal por meio da aplicação da matriz de mudança e modelagem geográfica para identificar o mosaico de zonas com fragilidade potencial natural e fragilidade emergente mediante e utilização de modelos de identificação e adequação, a partir da integração espacial de variáveis ambientais e antrópicas e subsidiando algumas considerações a partir dos resultados obtidos, que retratam um novo momento do processo de organização territorial na Microrregião Rio Vermelho.

O estudo comprovou que enquanto atividade econômica predominante na microrregião, as pastagens plantadas com formas geométricas bem definidas dominam o cenário,

evidenciando a prática de sistema de manejo tecnificado e uso intensivo na prática de uma pecuária voltada para criação de gado de corte em grandes propriedades e médias propriedades, visando maior capacidade de suporte por unidade de área.

Outro aspecto importante refere-se a atividade agrícola praticada na região por meio da a agricultura irrigada através pivô central vem expandindo significativamente, ocupando antigas áreas de pastagens. No ano de 2000 foram identificados e espacializados 109 aparelhos. Estando concentrados em mais 50% destes aparelhos no município de Jussara (63 aparelhos), seguido de Matrichã com 16 aparelhos. Em 2010, o crescimento do número de aparelhos atinge um total de 153, e neste cenário, o município de Jussara aumentou sua área irrigada para 67 aparelhos, seguido de Matrinchã com 23 aparelhos, e o município de Goiás com 21 aparelhos. Já os dados relativos a 2018, constata-se aumento substancial passando para 261 aparelhos.

Porém, vale ressaltar a importância premente de pormenorizar dados/informações que auxiliem na otimização não só em relação às suas características de fragilidades e potencialidades, mas também quanto ao uso da água destinada para estes aparelhos de irrigação em termos de qualidade e quantidade, além do monitoramento das vazões dos cursos superficiais, como forma de minimizar os impactos ambientais sobre este recurso.

Constatou-se também que uma agricultura de sequeiro incipiente no ano de 2000, sendo praticada com caráter comercial no município de Goiás, a qual reúne características físicas ambientais que favorecem a prática agrícola, apresentando crescimento gradativo ao longo dos anos, sendo constatando em 2018 a sua expansão nos vários municípios da microrregião, evidenciando estar em pleno movimento, novos arranjos da organização espacial da atividade agropecuária regional.

Este impulso da expansão agrícola está associado ao fato de a região apresentar características edafoclimáticas favoráveis a este segmento, além de contar com suporte à prática de uma agricultura altamente tecnificada, associado a financiamentos de ordem pública ou privada disponíveis no mercado por meio de programas de fomentos.

Contudo, observa-se que este processo de expansão agrícola irrigada e sequeiro voltada para o segmento de *commodities* está ocorrendo sem subsídio de planejamento territorial, uma vez que, fora detectado a existência de áreas de uso agrícola alocadas em regiões de grande fragilidade ambiental e baixo potencial para este tipo de uso, com destaque para o município de Aruanã.

A modalidade de silvicultura (*eucalyptus.sp*) é pouco praticada nesta região, embora os dados de geoinformações indiquem o aumento gradual de área cultivada ao longo do recorte

temporal analisado, está presente em ordem de grandeza nos municípios de Goiás, Matrinchã, Aruanã e Itapirapuã.

Sendo estas florestas silvícolas utilizadas para formação de barreiras de proteção no entorno de áreas onde funcionam unidades de granjas (suínos e aves) e também destinadas para fins de beneficiamento e para produção de bioenergia objetivando atender a demanda energética de unidades de armazenamento de grãos, agroindústrias, e outros, exercendo importante contribuição mesmo que de forma incipiente para a redução da pressão sobre a vegetação natural do Cerrado.

Na faixa oriental da microrregião, caracterizada por sua topografia diversificada (relevo ondulado e forte ondulado), predominam níveis de declives acentuados e maiores cotas altimétricas, e tipos de solos mais arenosos e frágeis como os Cambissolos e Neossolos.

De modo geral, constata-se nestas áreas a adoção de sistemas de manejo com menor nível tecnológico e investimento de capital, tendo presença marcante nas pequenas propriedades rurais convencionais e assentamentos rurais, ambos voltados para a prática de uma agricultura e pecuária de subsistência.

A faixa central da microrregião apresenta uma zona de transição, onde são constatados a presença dos diferentes padrões de tecnificação e propriedades classificadas como grandes, médias e pequenas de acordo com o módulo fiscal.

Outro fator importante refere-se às áreas de vegetação remanescentes, o desmatamento, representa um fator de preocupação para a sustentabilidade ambiental da região. A partir da análise multitemporal, observa-se que as áreas de remanescentes de vegetação representavam 41,64% em 2000, sofrendo redução para 37,06% em 2018 num intervalo temporal analisado equivalente a 18 anos, redução de 4,58%, o que requer uma atenção especial por parte do poder público e sociedade civil organizada.

A partir da análise destes dados multitemprais, procedeu-se a aplicação da metodologia de tabulação cruzada para analisar a mudança no uso de terra, o que proporcionou uma abordagem partindo de uma visão ampla dos elementos de paisagem e encaminhando a níveis de maior detalhamento de observação.

Este mecanismo propiciou estabelecer a partir dos pares de componentes, a determinação da variação líquida, troca e também quais foram os ganhos e perdas brutas, detectados nestes processos de transições sistemáticas, assim como vinculá-las a um possível padrão, uma vez que fatores determinantes das mudanças de uso da terra e cobertura vegetal refletem fatores com implicações a nível de escala local e regional, possibilitando a

compreensão das alterações do espaço geográfico, assim como suas consequências sobre o mesmo.

Sendo assim, o período analisado entre 2000 e 2010 destaca-se perda da categoria de vegetação remanescente na ordem de 672,71 km² e para o intervalo entre 2010 e 2018 a perda foi de 272, 69 km², sendo que estas perdas representaram preferencialmente sua conversão em pastagens. Para a categoria de pastagem foi registrado no intervalo entre 2000-2010 e 2010-2018 uma perda de 76,33 km² e de 321,32 km² respectivamente, sendo convertida em sua maior parte para a atividade agrícola irrigada e de sequeiro, mas por outro lado teve ganho de 682,35 km² e 272,66 km² respectivamente, fato este devido a prática do desmatamento para conversão da vegetação remanescente em pastagem.

As áreas que vivenciam este processo de desmatamento estão distribuídas por todos os municípios que compõem a microrregião, com especial atenção ao fato de que os municípios de Goiás, Faina e Araguapaz, abrigam de forma predominante os projetos de assentamentos rurais, destacando que apesar da prática de uma agricultura com caráter de subsistência, verifica-se que a principal atividade econômica nestas propriedades se repousa na pecuária, como base para a produção e comercialização de leite "in natura" e derivados.

Estes dados expressam que a prática de desmatamento de fragmentos da cobertura vegetal na microrregião continua com a finalidade de formação de pastos, e por outro lado, a expansão da agricultura sequeiro e irrigada sobre áreas de pastagens, sendo importante levar em conta que são setores da economia que tem disponibilidade no mercado de diversificadas fontes de financiamentos públicos por meio de programas governamentais e privado.

Já a definição e análise a partir da aplicação da metodologia de Ross (1994), de áreas de fragilidade ambiental potencial e emergente na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, proporcionou o entendimento acerca do ambiente natural sofrer alterações em seu estado de equilíbrio dinâmico, como também de áreas classificadas como instáveis em que seu estado de equilíbrio foi alterado mediante ação humana.

A fragilidade ambiental na Microrregião Geográfica Rio Vermelho - GO, apresenta em ordem de grandeza das classes: i) Muito fraco (abrangendo área significativa da extensão ocidental, caracterizada por solos intemperizados, profundos e bem drenados e relevo plano); Médio (onde estão localizados os solos do tipo Cambissolos e Neossolos requerendo uma atenção especial por se tratar de solos que apresentam teores significativos de areia, o que os tornam naturalmente mais frágeis); Fraco (presente em áreas com solos Argissolos; e Forte (caracterizando áreas de inclinação do terreno acentuada, está presente em áreas de relevo acidentado, estruturas dobradas, morros e colinas com forte controle estrutural).

Para o modelo para fragilidade ambiental emergente na microrregião, foram geradas 3 (três) classes hierárquicas de fragilidade, que em conformidade com a fragilidade ambiental potencial predomina a classe fraco, seguido da classe médio e forte).

Este quadro proporciona fazer uma leitura do conjunto de variáveis associadas, permitindo uma maior agilidade quanto ao processo de tomadas de decisões, subsidiando planos de gestão e planejamento territorial.

Na produção de documentação cartográfica de síntese com suporte em Análise Multicritério e Processo de Análise Hierárquica (AHP) em ambiente SIG, permitiu avaliar a potencialidade da área de estudo para atividade agrícola, assim como áreas que apresentam restrições de uso, as quais as tornam potenciais, orientando atividades de planejamento.

Para tanto, foram identificadas áreas Sem Potencial para a prática de atividade agrícola tecnificada, as quais apresentam características de solos com limitações de uso devido sua composição física e química, associados a índices mais acentuados de declive do terreno, presença de relevo de morros, colinas, estruturas dobradas com forte controle estrutural com níveis de dissecação forte. E também em áreas de relevo plano com altitude inferior a 300 m, caracterizadas pelas faixas aluviais e planícies fluviais, as quais contêm sérias restrições de usos, assim como outras com forte aptidão para preservação.

A classe de Potencial Baixo, associada à fragilidade ambiental de nível médio. Para a classe de Potencial Médio, estando associada a zonas classificadas com nível de fragilidade ambiental fraca. Em relação à classe de Potencial Alto, reúne características de relevo plano com nível de fragilidade ambiental classificada como muito fraca e fraca.

Este cenário reforça a relevância da geração desta informação síntese permite dimensionar como os diferentes tipos de uso influenciam nos processos de desequilíbrios sobre o meio natural, deixando evidente a importância da produção deste tipo de geoinformação e seu monitoramento como subsídio nas tomadas de decisões auxiliando o uso da terra e cobertura vegetal de forma ordenada.

Neste contexto, tem destaque a importância de ferramentas e técnicas de geoprocessamento na geração de informações geográficas compondo um banco de dados multitemático e multitemporal da região de estudo, apontando a relevância da continuidade de estudos com maior nível de detalhamento, em escala de município, subsidiando um plano de desenvolvimento sustentável, sinalizando para necessidade de implementação de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

AB´ SABER, A. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003, 159p.

ALVES, W.S.; MARTINS, A.P.; SCOPEL, I. Uso da terra e cobertura vegetal na bacia do Ribeirão das Abóboras em Rio Verde (GO), entre os anos de 1985 e 2015. **Revista Caminhos de Geografia**. Uberlândia – MG, v. 19, n. 65, p. 125–145, Mar. 2018.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Hidroweb**. Disponível em: <http://hidroweb.ana.gov.br/default.asp>. Acesso em: 10 jan. 2019.

ANTUNES, O.E.D. **Análise multicritério em SIG para determinação de um índice espacializado de pressão antrópica litoral. Casos de Espinho, Caparica e Faro**. 2012. 121f. Dissertação (mestrado em Gestão do Território: Área de Especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informações Geográficas) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2012.

ARCGIS®. Versão 10.6.1 [s. l.]. ESRI, 2018.

BARREIRA, C.C.M.A. **Região da Estrada do Boi: Usos e Abusos da Natureza**. Goiânia: Editora UFG, 1997, 155p.

BARRICHELLO, D. A. **A reserve legal florestal na propriedade rural**. 2006. 179f. Dissertação (Mestrado em Direito) – Faculdade de Direito, Universidade Metodista de Piracicaba, Piracicaba, 2006.

BAYER, M. **Dinâmica do transporte, composição e estratigrafia dos sedimentos da planície aluvial do rio Araguaia**. 2010. 104f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. **Uma geografia transversal e de travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades.** Tradução de Messias Modesto dos Passos. ed. Maringá: Massoni, 2007. 332 p.

BERTONI, J. C.; LOMBARDI NETO, J. **Conservação do solo**. 4 ed. São Paulo – SP: Icone. 355 p., 1999.

BURROUGH, P. Natural objects with indeterminate boundaries. In: BURROUGH, P.; FRANK A. **Geographic objects with indeterminate boundaries.** London. 1996. p.3-28.

BRASIL. MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Secretaria-Geral. **Projeto RADAMBRASIL. Folha SD.22 Goiás; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra**. Rio de Janeiro, R.J., 1981. 640 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=213268>. Acesso em: 12 fev. 2019.

BRASIL – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Biodiversidade do Cerrado e Pantanal: áreas e ações prioritárias para conservação da Biodiversidade**. Brasília-DF, 2007, 540p.

BRIASSOULIS, H. Analysis of Land Use Change: Theoretical and Modeling Approaches. **The Web Book of Regional Science**, Regional Research Institute, West Virginia University, 2000. Disponível em: <http//www.rri.wvu.edu/WebBook/Briassoulis/contentes.htm>. Acesso em: 05 jan. 2018.

CABRAL, A.V. **Análise multicritério em SIG para a localização de aterros sanitários: O caso da região sul da ilha de Santiago, Cabo Verde**. 2012. 113f. Dissertação (Mestrado em Gestão do Território: Área de Especialização em Detecção Remota e Sistemas de Informações Geográficas) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Nova de Lisboa, Lisboa - Portugal, 2012.

CABRAL, J. B. P. et al,. Mapeamento da fragilidade ambiental da bacia hidrográfica do rio Doce (GO), utilizando tecnicas de Geoprocessamento. **Geofocus-Revista Internacional de Ciencia y Tecnologia de la Información Geográfica**, n. 11, p. 51–69, 2011.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, José S. de. **Princípios básicos em Geoprocessamento**. In: ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistema de informações geográficas: aplicações na agricultura. 2. ed. Brasília, Embrapa–SPI; Embrapa–CPAC, 2003. p. 3-11.

CAMPOS, et al. **Análise do Comportamento Espacial e Temporal das Temperaturas e Pluviosidades no Estado de Goiás**, 2001.

CARVALHO, N.O. **Hidrossedimentologia Prática**. CPRM – Companhia de Pesquisa em Recursos Minerais – RJ: Brasil. 372 p., 1994.

CAVALCANTI, L.C.S.; CORRÊA, A.C.B. Geossistemas e Geografia no Brasil. **RBG Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, v.61 n. 2, p. 3-33, 2016.

CHAUL, N.N.F. **Caminhos de Goiás: da construção da decadência aos limites da modernidade.** Goiânia: Ed. UFG, 1997, 247p.

CHRISTOFOLETTI, **A. Modelagem de Sistemas Ambientais.** São Paulo: Edgard Blucher, 1999.

CONCEIÇÃO, A.L. O Produção do espaço e conflitos territoriais: Expropriação da terra e exploração da natureza. In. SUERTEGARAY, D. M. A. et al., (Orgs.). **Geografia e Conjuntura Brasileira.** Rio de Janeiro-RJ: Consequência, p.13-34, 2017.

CONGALTON, R.G. A review of assessing the accuracy classificatons of remotely sensed data. **Remote Sensing Environment**, v. 37, p.35-46, 1991.

CONSERVATION INTERNATIONAL – **Ciência para conservação.** Conservation International do Brasil, 2000.

CONTI, J.B. Geografia e Paisagem. **Ciência e Natura** (Online), Santa Maria, v. 36, Edição Especial 2014, p. 239-245, 2014.

CREPANI, E. et al,. **Sensoriamento remoto e geoprocessamento aplicados ao zoneamento ecológico-econômico e ao ordenamento territorial**. São José dos Campos: INPE, 64p., 1998.

DIAS J.; SANTOS L. A paisagem e o geossistema como possibilidade de leitura da expressão do espaço sócio-ambiental rural, ***Confins*** (online), 2007.

DIAS, R.L.; PEREZ FILHO, A. Novas considerações sobre geossistemas e organizações espaciais em geografia. **Soc. & Nat.**, Uberlândia, v. 29, n. 3, p.409-421, set. dez. 2017.

DONHA, A. G.; SOUZA, L. C. D. P.; SUGAMOSTO, M. L. Determinação da fragilidade ambiental utilizando técnicas de suporte à decisão e SIG. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 1, p. 175–181, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Aptidão Agrícola das terras do Estado de Goiás**. Rio de Janeiro, 1989, 55p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10.** Reunião Técnica de Levantamento de Solos. Rio de Janeiro, 1979. 83p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA E AGROPECUÁRIA. **Sistema de classificação de Solos.** 3ed. Brasília: DF 2013, 353p.

ESRI - Environmental Systems Research Institute Inc. **Manual ArcGis® versão 10.6.1**. 2018. EUA: Environmental Systems Research Institute, 2019.

ESTEVAM, L.A. **O tempo da transformação: estrutura e a dinâmica na formação econômica de Goiás**. Goiânia: ed. do autor,1998.

EXÉRCITO BRASILEIRO. DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, DIRETORIA DE SERVIÇO GEOGRÁFICO. Especificação Técnica para a Aquisição de Dados Geoespaciais Vetoriais (ET-ADGV). **Diretoria de Serviço Geográfico do Exército Brasileiro**. 2 ed. 2011.

FAO. Planning for Sustainable Use of Land Resources - Towards a New pproach: Rome. 1995. Disponível em: < http://www.fao.org/3/v8047e/v8047e00.htm>. Acesso em: 10 jan. 2018.

FERNANDES, H. S.F.; MOREIRA, A. A.; NERY, C. V.M. Dinâmica do uso e ocupação do solo da área desapropriada do lago artificial do Bico da Pedra no norte do estado de Minas Gerais. **Caminhos de Geografia**, Uberlândia, v.15, n. 50, P. 187-206, 2014.

FUINI, L. L. O território em Rogério Haesbaert: concepções e conotações. **Geografia, Ensino & Pesquisa**, v. 21, n.1, p. 19-29, 2017.

FUINI, L. L. A abordagem sobre o território em autores da geografia brasileira: mutações de um conceito. **GEOgraphia**, v. 20, n. 42, p. 38-52, jan./abr., 2018.

FLORENZANO, Teresa Gallotti. **Imagens de Satélite para Estudos Ambientais**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

FREITAS, M.W.D.; SANTOS, J.R. Zoneamento hierárquico da paisagem nos domínios da bacia do Rio Uruguai. **Soc. & Nat**., Uberlândia, v. 26, n.2 p. 287-300, mai/ago.2014.

GANEM, R.S.; DRUMMOND, J.A.; FRANCO, J.L. de A. Ocupação e Impactos Ambientais no Bioma Cerrado: dos Bandeirantes à Política de Biocombustíveis. In: IV Encontro Nacional da Anppas, 1, 2008, Brasília. **Anais...**p. 01-20.

GOIÁS - SECRETARIA DE INDÚSTRIA E COMÉRCIO-SUPERINTENDÊNCIA DE GEOLOGIA E MINERAÇÃO. Geomorfologia do Estado de Goiás. Goiânia-GO, 2005, 81p. Relatório Final.

GOIÁS – SECRETARIA ESTADUAL DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E IRRIGAÇÃO. Macrozoneamento, Agroecológico e Econômico do Estado de Goiás: Produto IV Elaboração do mapa de Aptidão Agrícola das terras do estado de Goiás. 2009, 62 p. Relatório Final.

GOIÁS – SECRETARIA ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE, RECURSOS HÍDRICOS, INFRAESTRUTURA. Cidades e Assuntos Metropolitanos - **Acordo define novo limite do Parque Estadual Serra Dourada: O novo perímetro do parque terá área total de 23 mil hectares (2018)**.

Disponível em: <http://www.goias.gov.br/index.php/servico/33-meio-ambiente/114009-acordo-define-nova-%C3%A1rea-do-parque-estadual-serra-dourada>. Acesso em 23 dez. 2019.

GOIÁS – SECRETARIA ESTADUAL DE DESENVOLVIMENTO. **Projeto de Irrigação Luís Alves do Araguaia – PILAA [2016]**. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/arquivos/2017-07/projeto-de-irrigacao-luis-alves.pdf >. Acesso: 01 jun. 2019.

GOMES, L.F.A.M.; GOMES, C.F.S.; ALMEIDA, A.T. **Tomada de decisão gerencial: enfoque multicritério**. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

GONÇALVES, D, L.; PASSOS, M. M. Planejamento do Varjão do rio Paranapanema, Rosana – SP: Estudo para criação de um corredor ecológico sob a ótica de sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem). **Revista Formação** (online), v. 24, n.43, p. 213-240, set. dez. 2017.

HAESBAERT. R. Território e Multiterritorialidade: um debate. **GEOgraphia**. Rio de Janeiro, ano 11, n. 17, p. 19-44, mar. 2007.

HENRIQUES, C.D. **Maputo Cinco décadas de mudança territorial: O uso so solo observado por tecnologias de informação geográfica**. Lisboa: IPAD, 2008, 238p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Base Cartográfica - 2016**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 mar. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico de 2010.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 15 abr. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Divisão regional do Brasil em mesorregiões e microrregiões geográficas.** Rio de Janeiro-RJ, v.1, 1990. 137p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual Técnico de Avaliação da Qualidade de Dados Geoespaciais**. Rio de Janeiro, 2017. 90p. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=2101152. Acesso em: 15 de jun. de 2018.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Estatísticas Municipais (Séries Históricas)**. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 15 abr. 2018.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Microrregião do IBGE Rio Vermelho**. Disponível em: http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=95&catid=32&Itemid=179. Acesso em: 11 jun. 2018.

INSTITUTO MAURO BORGES DE ESTATÍSTICAS E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS. **Análise do Índice de Desenvilvimento Humano dos municípios goianos, IDHM – 1991-2000 e 2010.** Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/files/docs/publicacoes/estudos/2014/analise-indice-desenvolvimento-humano-municipios-goianos-idhm-1991-2010.pdf>. Acesso em: 05 fev. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA. **Acervo Fundiário: Assentamentos, Certificação de Imóveis/Parcelas Pública e Certificação de Imóveis/Parcelas Privada.** Disponível em:<http://www.car.gov.br/publico/municipios/downloads?sigla=GO>. Acesso em: 13 set. 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. **Divisão de geração de imagens.** Disponível em: <http://www.dgi.inpe.br/es/dgi>. Acesso em: 01 fev. 2016.

KAWAKUBO, F. S. et al. Caracterização empírica da fragilidade ambiental utilizando geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 12, Goiânia (GO). **Anais**... Goiânia. INPE, 2005, p. 16-21.

LANDIM, P. M. B. **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Laboratório de Geomatemática, Texto Didático 02, 20 p. 2000. Disponível em: https://www.sorocaba.unesp.br/Home/Graduacao/EngenhariaAmbiental/robertowlourenco/dicas-surfer-01.pdf>. Acesso em: 09 mar. 2019.

LANDIS, R.; KOCH, G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics, v.33, n.1, p.159-174, 1977.

LATRUBESSE, E.; M. CARVALHO, T. M. Geomorfologia do Estado de Goiás e Distrito Federal. Secretaria de Industria e comércio. **Superintendência de Geologia e mineração**. Goiânia, 2006. 128p.

LEPSCH; I. L. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002. 178 p.

MARTINELLI, M. Cartografia do turismo: que cartografia é essa? In: Lemos, I. G. org. **Turismo:** impactos socioambientais. São Paulo: Hucitec, 2001. p. 297-302.

MARTINS, A.P; SOARES, C.B.R; MORAES, B. Mapeamento e análise da expansão da agricultura irrigada por pivô central na mesorregião Noroeste Goiano – Goiás – Brasil. In: XVIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, v.1, 2019, Fortaleza. **Anais...** p. 1-12.

MARTINS, E. **Rodovia BR-0701: Uma leitura das modernizações e das legendas espaciais goiana e mato-grossense.** 2016. 125f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2016.

MASSA, E.M.; ROSS, J.L.S. Aplicação de um modelo de fragilidade ambiental relevo-solo na Serra da Cantareira, bacia do Córrego do Bispo, São Paulo-SP. **Revista do Departamento de Geografia – USP**, v. 24, p. 57-79, 2012.

MATOS, J. **Fundamentos de Informação Geográfica.** Lisboa: LIDEL, 2008, 424p.

MELO, K.C.; FURLAN, S. A. Diferentes paisagens do município de Ubatuba-SP: um estudo geográfico. **Geousp-Espaço e Tempo** (Online), v.21, n. 3, p. 650-666, dez. 2017.

MONTEIRO, C.A. de. **Geossistemas: a história de uma procura**. 2ª ed. São Paulo: Contexto, 2001.

MOURA, A.C.M.; JANKOWSKI, P. Contribuições aos estudos de análises de incertezas como complementação às análises multicritérios - "sensitivity analysis to suitability evaluation". **Revista Brasileira de Cartografia**: Edição Especial Geoinformação e Análise Espacial, Rio de Janeiro, v. 4, n. 68, p.665-684, abr. 2016.

MOREIRA, F. et al. **Integração e análise Espacial de dados em pesquisa mineral.** INPE. São José dos Campos, 2004. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/geopro/trabalhos/gisbrasil99/pesquisa_mineral/>. Acesso em: 10 jan. 2018.

MORGADO, P. Ensaio de operacionalização de indicadores de desenvolvimento sustentável por modelação geográfica. **Finisterra**. n.75, p. 29-49, 2003.

NASCIMENTO, A. S. **Impactos ambientais e expansão urbana nas cabeceiras de drenagem do Córrego Catingueiro em Anápolis/GO.** 2003. 153 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2003.

NEIVA, I.C. **O outro lado da colônia: contradições e formas de resistência populara na colônia agrícola nacional de Goiás**. 224 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Departamento de Ciências sociais, Universidade de Brasília, Brasília, 1984.

NEVES, C.E. *et al*. A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: Uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Soc. & Nat.;** Uberlândia, 26(2): 271-285, 2014.

NIMER, E. Climatologia da regiao Centro-Oeste do Brasil. Introdução à Climatologia Dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, IBGE. v.34, n.9, p.3-128, Out./Dez.1972.

OLIVEIRA, E.R. **Pecuária bovina e condicionantes socioambientais do Rio Vermelho - GO**. 2017. 196f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2017.

OLIVEIRA, J.C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS): uma aplicação em agricultura**. 2002. 160f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.

PADILHA, D.G. et al. Sensibilidade do modelo de fragilidades ambientais à ponderação multicriterial: aspectos físicos da bacia hidrográfica do Alto Uruguai. **FLORESTA**, Curitiba, PR, v. 44, n. 3, p. 535–548, 2014.

PASSOS, M.M. O modelo GTP (Geossistema – Território – Paisagem): Como trabalhar? **Revista Equador (UFPI)**, v.5, n.1, Edição Especial 1, p. 1-179, 2016. Disponível em: < http://www.ojs.ufpi.br/index.php/equador>. Acesso em 05nov.2018.

PAZ, V.P.S.; TEODORO, R.E.F.; MENDONÇA, F.C. Recursos Hídricos, Agricultura Irrigada e Meio Ambiente. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v.4, n.3, p.465-473, 2000.

PESSÔA, V.L.S.; FERNANDES, P.A. O Cerrado e suas Atividades Impactantes: uma leitura sobre o garimpo, a mineração e a agricultura mecanizada. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**. Minas Gerais, v. 3 n.7, p. 19-37, out. 2011.

PICHININ, E.S. **As transformações históricas e a dinâmica atual da paisagem no município de Euclides da Cunha Paulista-SP**. 2009. 150f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia – Área de Concentração: Dinâmica e Gestão Ambiental, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente-SP, 2009.

PISSINATI, M.C.; ARCHELA, R.S. Geossistema território e paisagem – método de estudo da paisagem rural sob a ótica bertrandiana. **Geografia.** Londrina, v. 18, n. 1, p. 5-31, jan./jun. 2009.

PONTIUS JUNIOR. et al. Detecting important categorical land changes while accounting for persistence. **Agriculture, Ecosytems & Environment**, v. 101, p. 251-268, 2004. Disponível em: <http://www.clarku.edu/~rpontius/pontius_etal_2004_aee.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

QUEIROZ, T.A.N. Espaço geográfico, território usado e lugar: Ensaio sobre o pensamento de Milton Santos. **Para Onde!?**. Porto alegre-RS, v. 8, n. 2, p. 154-161, ago./dez.2014.

ROSA, Roberto. **Introdução ao Sensoriamento Remoto**. 5 ed. Uberlândia: Ed. da Universidade Federal de Uberlândia, 2003.

RIBEIRO, M.A.G. **A paisagem, uma ferramenta de análise para o desenvolvimento sustentável de territórios emergentes na interface entre natureza e sociedade.** 95f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Centro de ciências Humanas, Letras e Artes, Universidade Estadual de Maringá, PR, 2009.

ROSOLÉM, N.P.; ARCHELA, R.S. Geossistema, Território e Paisagem como método de análise geográfica. In: **Anais.** VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física e II Seminário Ibero_Americano de Geografia Física. Universidade de Coimbra. p. 3-9, 2010.

ROSS, J.L.S. Análise empírica da fragilidade dos ambientes naturais e antropizados. In: **Revista do Departamento de Geografia.** n.8, p.63-74, 1994.

SAATY, T.L. **The Analytic Hierarchy Process: Planning, priority setting, resource allocation.** McGraw-Hill, New York, USA, 1980.

SAATY, T.L. Decision making with the analytic hierarchy process**.** *Int.* **J. Services Sciences.** Pittsburgh, PA, v.1, n.1, p.83-98, Mar. 2008.

SANTOS, M. O Papel ativo da geografia: um manifesto. **Revista Território**. Florianópolis, SC, v.9, n.5, p.103-109, Jul. 2000.

SANTOS, P. S. **Caracterização e mapeamento biofísico ambiental da bacia hidrográfica do rio Vermelho a partir de dados remotamente sensoriados**. 2014. 157f. Tese (Doutorado em Geografia) - Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia-GO, 2014.

SANTOS et al. Considerações sobre a utilização do PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) nos dias atuais. **A. L. B. Candeias, A. Seixas**. III Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação Recife - PE, jul. 2010, p. 001 – 005.

SAWYER, D. et al. **Perfil Ecossistema**: Hotspots Biodiversidade do Cerrado. 520p. 2016. Disponível em: <http://cepfcerrado.iieb.org.br/wp-content/uploads/2017/09/PR_Cerrado-Perfil-do-Ecossistema_TEXTOAPENDICES_port_revisada-20170804.compressed.pdf>. Acesso em: 15 abr. 2018.

SCHNEIDER, L., PONTIUS JÚNIOR, R. Modeling land-use change in the Ipswich watershed, Massachusetts, USA. **Agric. Ecosyst. Environ,** v. 85, p. 83-94, 2001. Disponível em: <https://www2.clarku.edu/~rpontius/schneider_pontius_2001_aee.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2018.

SISTEMA NACIONAL DE CADASTRO AMBIENTAL RURAL. **Dados do Cadastro Ambiental Rural**. Disponível em: <http://www.car.gov.br>. Acesso em 13 jan. 2019.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS**. Unidades geomorfológicas (2006)**. Disponível em: < http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS**. Unidades geológicas (2008)**. Disponível em: < http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 02 abr. 2018.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS**. Determinação de áreas prioritárias para unidades de preservação - Cons.Imagem/WWF - RADAMBRASIL (2005)**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 05 mai. 2018.

SISTEMA ESTADUAL DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE GOIÁS**. Macrozoneamento Agroecológico e Econômico do Estado de Goiás (2014)**. Disponível em: <http://www.sieg.go.gov.br>. Acesso em: 05 abr. 2019.

SILVA, A.K.O. Ab'Saber, Aziz Nacib. Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003. **Revista de Geografia**, v. 29, n. 1, p. 252-258, 2012.

SILVA, M.H.S. et al. As Lagoas Salitradas do Pantanal da Nhecolândia: um estudo da paisagem baseado no modelo GTP – Geossistema, Território e Paisagem. ***Confins*** (Online), 2014.

SILVA, J.C.F. Categorias Analíticas da Geografia: Caminhos para leitura do espaço geográfico. **Revista Diálogos**, v. 1, n. 14, p. 234-250, ago./set. 2015.

SILVA, C.A.; NUNES, F.P. Mapeamento de vulnerabilidade ambiental utilizando o método AHP: uma análise integrada para suporte à decisão no município de Pacoti/CE. In: **Anais**... XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, INPE, 2009. p. 5435-5442.

SOUZA, M. L. **O território: sobre espaço e poder, autonomia e desenvolvimento**. In CASTRO, Iná Elias et al. Geografia: conceitos e temas. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. p. 77-116.

SOUZA, M. L. **Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial**. Rio de Janeiro-RJ, 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. 320 p.

SOUZA, R.J. **Raia Divisória ou Raia Socioambiental? Uma (re)definição baseada na análise da paisagem através do sistema GTP**. 2015. 180 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual de São Paulo, Presidente Prudente-SP, 2015.

SOUZA, R.J. **O sistema GTP (Geossistema-Território-Paisagem) aplicado ao estudo sobre as dinâmicas socioambientais em Mirante do Paranapanema-SP**. 2010. 190 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual de São Paulo, Presidente Prudente-SP, 2010.

SPÖRL, C.; ROSS, J. L. S. Análise comparativa da fragilidade ambiental com aplicação de três modelos. **GEUSP**. São Paulo, n. 15, p. 39-49, 2004.

SPÖRL, C. **Análise da fragilidade ambiental relevo-solo com aplicação de três modelos alternativos nas altas bacias do Rio Jaguari-Mirim, Ribeirão do Quartel e Ribeirão da Prata**. 2001. 165f. Dissertação (Mestrado em Geografia) Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

SPRING® Versão 5.5.5 [s. l.]. INPE, 2018.

TAMANINI, M. S. A. 2008. 105 f. **Diagnóstico Físico-Ambiental para determinação da fragilidade potencial e emergente da Bacia do Baixo Curso do Rio Passaúna em Araucária – PR**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

TENEDÓRIO, J.A. Ciências Sociais e Humanas e SIG. In: IX Encontro de Utilizadores de Informações Geográficas, 2006, Oeiras. **Actas...** ESIG, 2006. p.8.

TRICART, J. **Ecodinâmica**. IBGE, Rio de Janeiro, 1977.

TROPPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas. Mercator – **Revista de Geografia** – UFC, ano 5, n. 10, 2006.

USGS - United States Geological Survey. **Earth Explorer** - Downloads de imagens Landsat, SRTM e Sentinel. Disponível em: < https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 20 mar. 2018.

VIEIRA, P.A. et al. Análise da vulnerabilidade natural da paisagem em relação aos diferentes níveis de ocupação da bacia hidrográfica do Rio Vermelho, Estado de Goiás. **Soc. & Nat**., Uberlândia, MG, v. 26, n. 2, p. 385-400, mai/ago., 2014.

WOLFF, C.S. **O método AHP – revisão conceitual e proposta de simplificação.** 2008. 138f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Industrial, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

APENDICE A1. Tabela de pontos de controle para validação da eficácia temática do material cartográfico.

Cód.	Coord. X	Coord. Y	Classe	Cód.	Coord. X	Coord. Y	Classe
1	463748,72	8246324,78	Classe_1	61	614734,5	8241307	Classe_8
2	604938,69	8232084,73	Classe_1	62	613981,9	8241505	Classe_5
3	604773,91	8232811,38	Classe_4	63	533069,2	8334664	Classe_7
4	601734,78	8228690,02	Classe_9	64	546369,3	8323317	Classe_7
5	602708,69	8230477,06	Classe_11	65	552874,9	8314465	Classe_7
6	599072,18	8231204,47	Classe_6	66	562909,9	8304034	Classe_11
7	596869,83	8247449,07	Classe_7	67	565555,6	8300688	Classe_7
8	574825,88	8285246,97	Classe_11	68	577303,5	8278599	Classe_7
9	574887,29	8285125,84	Classe_7	69	514096,1	8342814	Classe_1
10	540219,14	8330657,96	Classe_1	70	526841,6	8297588	Classe_7
11	523332,57	8344566,44	Classe_1	71	465093,9	8341107	Classe_7
12	523342,2	8344537,73	Classe_7	72	490072	8329158	Classe_7
13	509587,72	8344810,01	Classe_1	73	450812,6	8283948	Classe_8
14	500224,27	8350843,65	Classe_3	74	512359,5	8303146	Classe_7
15	489851,29	8341699,36	Classe_7	75	509089	8300494	Classe_1
16	489608,2	8334066,79	Classe_7	76	491243	8253003	Classe_7
17	490084,01	8329144,12	Classe_2	77	493067,4	8253458	Classe_1
18	474970,6	8323385,2	Classe_8	78	493072,7	8253459	Classe_1
19	473297,06	8325585,88	Classe_11	79	497934,1	8255553	Classe_8
20	467460,64	8339316,12	Classe_10	80	492507,5	8253039	Classe_7
21	466487,16	8335429,17	Classe_11	81	489075	8242335	Classe_7
22	466487,46	8335428,69	Classe_11	82	493187,7	8243831	Classe_7
23	467060,07	8333631,36	Classe_11	83	493072,1	8248061	Classe_8
24	471343,32	8328165,5	Classe_7	84	489712,6	8256554	Classe_10
25	471266,7	8328257,97	Classe_7	85	492447,1	8250176	Classe_7
26	475402,87	8322835,1	Classe_8	86	486774,9	8263587	Classe_1
27	475403,18	8322835,26	Classe_7	87	485408,9	8265363	Classe_1
28	465467,08	8307425,32	Classe_7	88	482316,1	8270199	Classe_11
29	479297,43	8307710,31	Classe_7	89	481730,3	8269268	Classe_7
30	475376,16	8277736,97	Classe_7	90	480856,8	8270158	Classe_7
31	476669,18	8274619,68	Classe_1	91	475390,2	8277732	Classe_7
32	516628,84	8243380,98	Classe_7	92	474248,2	8283649	Classe_7
33	541888,11	8252673,72	Classe_9	93	477705,1	8282935	Classe_7
34	543662,28	8268674,28	Classe_7	94	480952	8283924	Classe_8
35	537338,45	8280772,36	Classe_7	95	481049,2	8284500	Classe_8
36	525969,86	8291934,6	Classe_1	96	481188,9	8285567	Classe_8
37	523299,84	8291148,54	Classe_1	97	481166,8	8282350	Classe_2
38	525950,35	8297956,71	Classe_8	98	482098,9	8282575	Classe_8
39	521325,12	8303623,12	Classe_7	99	484111,8	8283722	Classe_8
40	519159,44	8305349,7	Classe_2	100	483195,9	8285313	Classe_8

41	518989,91	8306054,19	Classe_1	101	482268,8	8287238	Classe_8
42	512585,49	8312892,29	Classe_7	102	485532,2	8293587	Classe_8
43	516757,57	8306343,24	Classe_11	103	490597,8	8281418	Classe_8
44	515709,39	8305233,03	Classe_11	104	491480,5	8282365	Classe_8
45	514948,49	8304475,28	Classe_1	105	492547,9	8283542	Classe_8
46	513769,56	8303574,29	Classe_7	106	475859,5	8285834	Classe_8
47	508224,71	8298549,19	Classe_1	107	475860,5	8285833	Classe_8
48	531501,39	8285723,95	Classe_11	108	476106,4	8285676	Classe_8
49	532088,4	8283329,67	Classe_7	109	477489,7	8287337	Classe_8
50	469869,11	8239962,12	Classe_1	110	474678,4	8285817	Classe_8
51	465468,52	8239864,16	Classe_10	111	486562	8264841	Classe_8
52	464889,23	8240235,68	Classe_1	112	484802,1	8264825	Classe_1
53	548025,38	8247631,15	Classe_7	113	482780,3	8270210	Classe_8
54	621302,52	8236595,15	Classe_1	114	480351,8	8269908	Classe_7
55	620597,45	8235692,96	Classe_8	115	473939,8	8266708	Classe_7
56	622927,39	8237391,81	Classe_1	116	478468,1	8262485	Classe_1
57	620292,72	8237544,87	Classe_7	117	478074,7	8262803	Classe_1
58	622085,57	8238198,55	Classe_8	118	480260,8	8260639	Classe_7
59	617868,8	8240303,2	Classe_7	119	484465,4	8259774	Classe_11
60	621461,67	8244184,53	Classe_1	120	485324,7	8259765	Classe_7
				121	486383,4	8264616	Classe_7

Fonte: GPS de Navegação – Projeção cartográfica UTM/WGS-84 Zona 22 S.